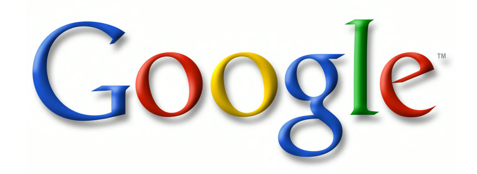
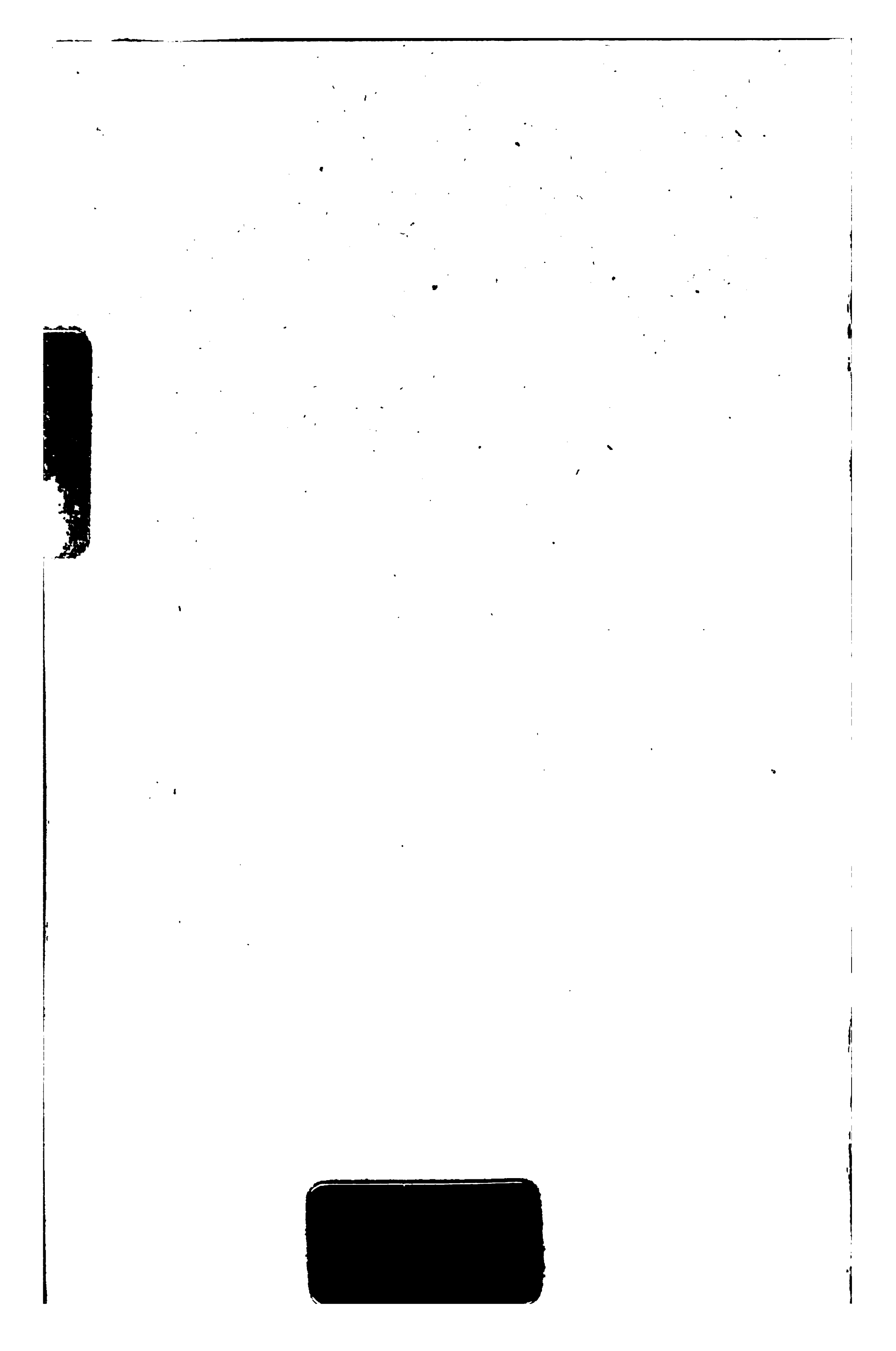




Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch - naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena.

Neunter Band.

Neue Folge, Zweiter Band.

Mit 26 Tafeln.

Jena,

Verlag von Hermann Dufft.

1875.

Inhalt.

Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Kopfskelets der Cyclostomen.

Von

Dr. Paul Fürbringer,

Assistent am pathologisch-anatomischen Institut zu Jena.

(Hierzu Taf. I—III.)

Vorwort.

Diese Arbeit ist folgender Maassen entstanden:

Im Sommer vorigen Jahres brachte Herr Hofrath Professor W. Müller, Director des hiesigen pathologisch-anatomischen Instituts von einer Reise nach Schweden einige Exemplare von Myxine glutinosa mit, die er im Momente einer eigenthümlichen in den Verlauf der Kaufunction fallenden Zungenstellung in Weingeist getödtet. Der Anblick der aus der Mundhöhle hervorgetretenen, mit Zähnen bewaffneten Zungenlappen erinnerte sofort an einige Zeilen von Gunerus, die Joh. Müller in seiner vergleichenden Anatomie der Myxinoiden [1]) citirt, deren Richtigkeit er aber nicht anerkennt, weil er nicht vermocht, durch Experimente an todten Exemplaren von Bdellostoma heterotrema, das er in der Bildung der Zunge und ihrer Adnexa mit Myxine vollkommen identificirte, eine gleiche Stellung der Zunge zu Stande zu bringen.

Prof. Müller veranlasste mich damals, durch genaue Untersuchung der die Locomotion der Zunge bedingenden Skelettheile und Muskeln den scheinbaren Widerspruch der beiden Beobachter zu lösen. Die Präparation der Muskeln verlangte eine nähere Lectüre der Arbeit Joh. Müller's, insbesondere des Vergleichs der Kaufunction der Myxinoiden mit jener der Petromyzonten. Dies führte zur Untersuchung der der Kaufunction vorstehenden Mus-

1) Theil I S. 188 Anm. 1. — S. ausserdem § 2 dieser Arbeit Anm. 17.

keln der Petromyzonten, im Verlauf welcher sich manche interessante Anknüpfungspunkte zwischen beiden Repräsentanten der Cyclostomen ergaben und gern folgte ich den Wünschen vom Prof. Müller, die Untersuchungen auf eine vergleichende Studie der Muskulatur des Kopfskelets der Cyclostomen auszudehnen.

Eine in dieser Zeit von meinem Bruder, Dr. Max Fürbringer, Prosector in Heidelberg veröffentlichte Arbeit, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskulatur enthaltend, gab zugleich die Richtschnur der Art des Vergleichs der Muskeln, welcher unter Beseitigung der functionellen Bedeutung der Muskeln als Vergleichungspunkt, auf den Beziehungen der Muskeln zu den Skelettheilen, zu den anliegenden Weichtheilen und auf der Innervation durch bestimmte Nerven wurzelt.

Die Beibehaltung der functionellen Beziehungen der Muskeln, die selbstverständlich nirgends als Vergleichungspunkt benutzt wurden, hat vielleicht der Einheitlichkeit der Arbeit einiger Maassen Eintrag gethan, ein Resultat, welches nicht zu vermeiden war, hätte man nicht auf den ursprünglichen Zweck der Arbeit Verzicht leisten wollen. —

Object der Untersuchungen waren nur die von der Trigeminusgruppe und den Augenmuskelnerven (deren Zugehörigkeit zum Trigeminus noch nicht erwiesen [2]) innervirten Muskeln.

Die Arbeit zerfällt in einen descriptiven und einen vergleichenden Theil. Ersterer betrachtet in 5 Paragraphen Skelet, Muskeln und Nerven von Myxine glutinosa, Petromyzon marinus, fluviatilis und Planeri [3]), letzterer giebt in 2 Paragraphen den speziellen Vergleich der in Frage stehenden Muskeln innerhalb der Cyclostomen-Abtheilung, so wie einige allgemeinere Beziehungen zu den Muskeln und Nerven der Fische, in Sonderheit der Selachier.

Herr Hofrath Professor W. Müller hat mir zu meinen Untersuchungen zahlreiche Exemplare vorzüglich conservirter Myxinen und Neunaugen gütigst zur Verfügung gestellt, mir fast sämmtliche literarischen Hülfsmittel gewährt und mich in meinen Untersuchungen selbst vielfach mit seinem Rath unterstützt. Die Untersuchung von Petromyzon marinus hat Herr Hofrath Professor Gegenbaur durch freundliche Ueberlassung von 2 Exemplaren ermöglicht. Ich erachte es als eine angenehme Pflicht, beiden Herren meinen ergebensten Dank auszusprechen.

---

2) Nach Gegenbaur umfassen die Augenmuskelnerven die motorischen Wurzeln der beiden vordern Aeste des Trigeminus. S. § 5 Anm. 4.

3) Ammocoetes Planeri ist nur im vergleichenden Theile berücksichtigt.

Von der reichen Literatur der Cyclostomen habe ich nur mit folgenden Monographien mich eingehender vertraut gemacht und sie mit in den Bereich meiner Betrachtungen gezogen:

RATHKE[4]): 1) Bemerkungen über den innern Bau der Pricke (Danzig 1825). 2) Bemerkungen über den innern Bau des Querders und kleinen Neunauges (Halle 1827).

BORN[5]): Ueber den innern Bau der Lamprete (HEUSINGER'sche Zeitschrift, Eisenach 1827).

MAYER[6]): Ueber den Bau von Petromyzon marinus (Analecten für vergleichende Anatomie, Bonn 1835).

JOH. MÜLLER[7]): Vergleichende Anatomie der Myxinoiden (Berlin 1835 u. 1840).

SCHLEMM und D'ALTON[8]): Nervensystem von Petromyzon marinus (MÜLLER's Archiv, Berlin 1838),

---

4) RATHKE giebt in seiner ersten Arbeit eine sehr wenig ausführliche und namentlich in Bezug auf Ursprung und Insertion sehr ungenaue Beschreibung. Etwas sorgfältiger ist das Skelet behandelt, während das peripherische Nervensystem äusserst kurz gefasst ist und sich auf eine ganz dürftige, zum Theil falsche Darstellung der stärksten Aeste beschränkt. Die Augenmuskelnerven und eine Menge äusserst wichtiger, relativ kräftiger Trigeminuszweige hat er ganz übersehen. Ungleich genauer und ausführlicher erscheint seine zweite Arbeit.

5) Enthält zahlreiche Berichtigungen der Irrthümer RATHKE's. Die Beschreibung des peripherischen Nervensystems, zwar ungleich ausführlicher als die RATHKE's, birgt doch noch immer viele Ungenauigkeiten und falsche Beobachtungen.

6) Diese Arbeit bringt in einer sehr dürftigen und fehlerhaften Darstellung von Skelet und Muskulatur mehrfache Irrthümer RATHKE's wieder zum Vorschein, nachdem sie bereits im Jahre 1827 von BORN berichtigt worden waren. Die Deutung der Skeletabschnitte und Muskeln ist zum Theil höchst abenteuerlich.

7) JOH. MÜLLER hat in dieser voluminösen Arbeit u. A. Skelet, Muskulatur und Nerven von Bdellostoma heterotrema bis auf die kleinsten Gebilde ausführlich und sorgfältig beschrieben; der Schluss auf einen „ganz gleichen Bau" der Myxine ist gerade in Hinsicht auf Skelet und Muskeln nicht allenthalben richtig. Auch in der Darstellung der „Zungenmuskulatur" von Petromyzon marinus finden sich einige allerdings nur das Detail betreffende Differenzen. — Die Deutung des Skelets der Cyclostomen bildet zu einem grossen Theile die Grundlage meiner Arbeit.

8) SCHLEMM und D'ALTON geben die ausführlichste, wenn auch noch lange nicht erschöpfende und fehlerfreie Darstellung der Nerven von Petromyzon marinus. Merkwürdiger Weise ist die Innervation gerade der grössten Muskelcomplexe übersehen worden. Auch in der Beurtheilung einzelner Augenmuskeln herrschen falsche Ansichten.

da die Ergebnisse der übrigen Arbeiten[9]), so weit sie die Muskulatur des Kopfskelets betreffen, in den erwähnten Monographien theils aufgenommen theils berichtigt sind.

Ausserdem wurden für den vergleichenden Theil besonders die Lehrbücher von STANNIUS und GEGENBAUR zu Rathe gezogen, sowie VETTER's Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiefer- und Kiemenmuskulatur der Fische (Jena 1874) und LANGERHANS' Untersuchungen über Petrom. Planeri (Freiburg 1873) berücksichtigt.

A. Descriptiver Theil.

§ 1.

Kopfskelet[1]) vom Myxine und Petromyzon.

(Fig. 1. 2. 3. 16. 17.)

Bei Myxine wie Petromyzon[2]) besteht eine continuirliche Verbindung des Craniums mit dem Visceralskelet[3]), ein Verhalten, das sich, wenigstens für das Palatoquadratum, bei Lepidosiren und Chimaera wieder findet.

1. Cranium.

Bei Beiden besteht das Cranium aus einem vorn an die Nasenkapsel grenzenden, hinten unmittelbar in das Rückenmarksrohr übergehenden Schädeldach und einem dem hintern Abschnitt des-

9) GUNERUS (1765) deutet die Zungenlappen der Myxine als Kiefer und den grossen Muskelkörper der Zunge als Luftröhre. — RETZIUS (1790) weist zuerst auf die Aehnlichkeit der „Kiefer" von Myxine und Petromyzon hin. — ABILDGAARD (1792) erkannte zuerst die Luftröhre des Gunerus richtig als Muskeln, welche die „Kiefer" bewegten, ebenso BLOCH. — HOME (1815) deutet die 2 Zahnreihen richtig als der Zunge, nicht den Kiefern angehörig. — RETZIUS (1826) giebt die erste ausführlichere Beschreibung des Nervensystems der Myxine. —

1) Dieser Paragraph, der mehr der Orientirung in der Nomenklatur dienen soll, leistet auf jede ausführliche Darstellung der Skelettheile Verzicht, welche von JOH. MÜLLER bereits auf das Genauste beschrieben sind.

2) Die Bezeichnung Petromyzon gilt, wo nicht das Gegentheil angegeben, für Petrom. marin., fluv. und Plan. zusammen.

3) Nur von Kiefer- und Zungenbeinbogen verstanden.

selben entsprechenden kurzen (bei Myxine gespaltenen) Basilartheil (Fig. 1. 2. 17 B), der seitlich die Gehörkapseln (Gk) angelagert hat und nach vorn und lateralwärts die beiden ersten Visceralbogen (I, II) entsendet. Nach vorn setzt sich der Basilartheil bei Petromyzon, nachdem ihn der Nasengaumengang perforirt (Fig. 17 x) in den Vomer (V)[4]) fort, der seinerseits wieder Beziehungen zum Kieferbogen zeigt und nach vorn in das voluminöse Ethmoid (E)[5]) übergeht. Bei Myxine finden sich Vomer und Ethmoid wieder, aber als discrete Abschnitte, indem ersterer durch Entwickelung des Nasengaumenganges ausser Contact mit dem Basilartheil gekommen, eine voluminöse mit ihren vordern Abschnitt mit dem Palatinum (s. u.) zusammenhängende dünne Platte[6]) darstellend, das Ethmoid aber, zu einem kurzen cylindrischen Skelettheil[7]) reducirt, von dem vordern Abschnitt der Vomerinplatte durch die vordere Quercommissur der Palatina getrennt erscheint. Bei Beiden, Myxine wie Petromyzon, lagert die Nasenkapsel resp. das Nasenrohr auf Vomer und Ethmoid.

2. Visceralskelet.

Bei Beiden bietet das Visceralskelet so beträchtliche Abweichungen vom allgemeinen Typus, wie ihn ein Theil der Selachier repräsentirt, dar, dass man die Cyclostomen, als durch den Mangel des Visceralskelets und seiner Derivate ausgezeichnet, der Gnathostomen gegenüber gestellt hat. Doch lassen sich bei Beiden aus dem complicirten Bau der Skeletstücke, welche als Stützorgane für den vordern Abschnitt des Digestionstractus fungiren, Bildungen sondern, die nur auf das Visceralskelet bezogen werden können, deren Complicationen abgeleitet werden müssen aus den mannig-

4) Rathke: Gaumenbein.
Müller: Knöcherner Gaumen, dessen Homologie mit dem Vomer er aber eigens angiebt (S. 162).

5) Rathke: Thränenbein.
Born: Nasenbein.
Mayer: Stirnbeinknorpel.
Müller: Hintere Deckplatte des Mundes.
Huxley: Ethmovomerinplatte (Ratzel'sche Uebersetzung d. Anatomie d. Wirbelthiere S. 106).

6) Müller: Gaumenplatte, die er gleich jener von Ammocoetes („die noch an der Basis cranii hinten angewachsen“) im 6. Kapitel (S. 160 u. 161) als Homologon des Vomer beurtheilt.

7) Müller: Schnauzenstütze, für deren Homologie mit der Ethmoidplatte von Petromyzon er S. 112 die Beweise bringt.

fachsten Anpassungen, welchen das Kopfskelet der Cyclostomen erlegen ist. Jedenfalls ist eine Anzahl von Zwischenformen, so wohl zwischen beiden Repräsentanten der Cyclostomen als zwischen ihnen und den Selachiern ausgefallen. Die Umbildung des Visceralskelets ist namentlich bei Myxine durch zahlreiche secundäre Anpassungen zu einem so hohem Grade gediehen, dass es nicht mehr statthaft erscheint, die Myxinoiden lediglich als Repräsentanten einfach niederer Formen (als der Selachier) zu bezeichnen, sondern vielmehr als Repräsentanten einer Abtheilung, im Bereich welcher durch zahlreiche eigenartige Differenzirungen die Charaktere einer sehr frühen Form theils zu Grunde gegangen theils verwischt sind. Ein Gleiches gilt, wenn auch in viel geringerem Grade, von den Petromyzonten. Die gegenseitige Stellung von Myxinoiden und Petromyzonten anlangend, so müssen im Allgemeinen höhere Differenzirungen nach Maassgabe des allgemeinen Wirbelthiertypus den Petromyzonten zugeschrieben werden. Anscheinend einfachere Formen müssen hier zum grössten Theil als Reductionen der myxinenartigen Differenzirungen gedeutet werden.

Das Visceralskelet von Petromyzon und Myxine zeichnet sich im Allgemeinen durch rudimentäre Entwickelung des Kieferbogens aus, der unter vollständigem Mangel des Unterkieferstücks sich auf die Existenz von Palatoquadratum und Andeutungen einiger Derivate derselben beschränkt.

Bei Myxine wird der Kieferbogen angetroffen in Form einer im Bereich des vordern Gehörkapselabschnitts von der Schädelbasis entspringenden Spange (I)[8]), die nach vorn 2 Fortsätze bildet, einen medianen und lateralen; letzterer bildet die Grundlage des Auges, den Arcus subocularis (As). Mit diesen vordern Fortsätzen des Quadratums verbindet sich unter Vermittelung zweier weicher Commissuren die Gaumenleiste (P), welche, die Incisur zwischen den beiden Fortsätzen vorn zu einem längsovalen Loch[9]) abschliessend, sich nach vorn und medianwärts erstreckt und in der Mittellinie mit der der andern Seite durch eine Quercommissur verschmilzt, die das Ethmoid von der Vomerinplatte trennt. Von dem vordern äussern Ende der Gaumenleiste entspringt ein nach vorn und aussen strebender Fortsatz, der Processus spinosus (Ps)[10])

---

8) Müller: Flügelfortsätze der Basis cranii, die Träger der Gaumenleisten.
9) Müller: Erste Lücke an der Wurzel der Gaumenleisten.
10) Müller zählt diesen Fortsatz unter den Mundknorpeln auf.

welcher mit dem später zu erwähnenden Tentakelkranz zusammenhängt. Ob die Gaumenleiste dem Palatinum allein oder einem Complex von Palatinum und Pterygoidea entspricht, lässt sich nicht nachweisen[11]).

Nach hinten schliesst das Palatoquadratum ohne sichtbare Grenze (die ungefähr den punktirten Linien auf den Abbildungen entsprechen muss) an die obern Abschnitte des Zungenbeinbogens an.

Bei Petromyzon findet sich der Kieferbogen ebenfalls als Spange, der von der Schädelbasis entspringt, wieder. Jedoch beschränkt er sich hier auf die Bildung des subocularen Bogens (As)[12]), welcher das Auge trägt und seinerseits nach vorn in das stark reducirte Homologon der Gaumenleisten (P) übergeht, welches mit einem kurzen vordern Stachelfortsatz (x)[13]) ausgestattet medianwärts und nach oben strebt, um mit Ethmoid und Vomer zu verschmelzen.

Während die Configuration des Kieferbogens noch keinen Schluss auf die gegenseitige Stellung der beiden Repräsentanten gestattet, bietet der Zungenbeinbogen Verhältnisse, die die Abtheilung der Petromyzonten zur höhern stempeln. Während nämlich bei den Myxinoiden noch keine Gliederung in Hyomandibulare und Hyoidstück besteht, finden wir dieselbe bei den Petromyzonten schon deutlich ausgesprochen.

Der Zungenbeinbogen der Myxine (H) zeigt einen complicirten Bau, wie er bei keinem andern in dieser Hinsicht untersuchten Wirbelthiere angetroffen wird. Er entspringt dicht hinter dem Kieferbogen ebenfalls mittelst einer kurzen Spange (II)[14]), bildet nach vorn 2 Fortsätze, welche an den hintern Abschnitt des Kieferbogens anschliessend mit letzterem ein ziemlich umfängliches

11) Müller stellt 3 Möglichkeiten auf, nach denen die Gaumenleisten „entweder Pterygoidea, Maxillaria und Intermaxillaria zusammen, oder Palatina und Pterygoidea, oder endlich Gaumenbeine“ sind.

12) Rathke: Untere Knorpeltafel des Schädels.
Born: Jochbogen.
Mayer: Schläfenbeinknorpel.
Müller: Fortsetzung der Schädelbasis.
Huxley: Unterer Quadratabschnitt des subocularen Bogens.

13) Born: Gaumenbein.
Mayer: Jochbeinknorpel.
Müller: Fortsatz des Gaumens.
Huxley: Gaumenflügelbeinabschnitt.

14) Müller: Verbindung des Schlundkorbes mit der Gehörkapsel.

längsovales Loch[15]) begrenzen. Nach hinten sendet er 2 durch eine kurze Quercommissur verbundene Fortsätze[16]), von dem obern derselben entspringt eine Spange[17]), welche in nach vorn concavem Bogen herabsteigt, um mit dem Skeletapparat für die die Zunge bewegenden Muskeln zu verschmelzen. Dieser mächtige, die ventralen Enden beider Zungenbeinbogen verbindender Abschnitt kann als nichts Anderes, als eine in Anpassung an die colossale Entwickelung der der Locomotion der Zunge vorstehenden Muskulatur eigenthümlich differenzirte Copula gedeutet werden. Er ist hergestellt von 6 Lamellen (Cl)[18]) und einem mächtigen hintern Fortsatz (Cf)[19]). Erstere zeigen sich in 2 hinter einander liegende Reihen gruppirt, von denen die erstere 4, die letztere 2 umfasst. Die einzelnen Stücke beider Reihen sind gegen einander beweglich. Das hintere Endstück erscheint in Form eines dorsal rinnenförmig ausgehöhlten nach vorn mit den hintern Copularlamellen verbundenen nach hinten frei und spitz endenden Abschnitts. Von der Verschmelzungsstelle des ventralen Bogenendes mit der hintern Lamelle entspringt noch ein unansehnlicher dünner, nach oben und hinten strebender Fortsatz (p)[20]), welcher als der hintern Copularlamelle angehörig betrachtet werden muss. Ausserdem finden sich eine weite Strecke hinter dem hintern Ende des Copularendstücks 2 isolirte, über einander lagernde längsgestellte in die Muskulatur eingesprengte (s. § 2) Skeletplättchen, die jedenfalls ursprünglich mit der Copula verbunden, durch die dazwischen geschobene Muskulatur losgelöst worden sind. Nach vorn verbindet sich die Copula mittelst eines bei Myxine bindegewebigen (bei Bdellostoma knorpligen) Stranges (y) mit dem Tentakelkranz.

Ausserdem besitzen bei Myxine die von 2 mächtigen Duplicaturen der Mundschleimhaut hergestellten Zungenlappen ein besonderes Stützskelet, bestehend in je 2 durch laterale Commissuren zusammenhängenden Knorpelplatten, einer vordern ovalen (Vzk) und einer hintern leistenförmigen (Hzk)[21]).

Der Zungenbeinbogen der Petromyzonten wird fast aller

15) Müller: Zweite Lücke im Anfang des Schlundkorbes.
16) Müller: Oberer und unterer Fortsatz des Schlundkorbes.
17) Müller: Grosses Zungenbeinhorn.
18) Müller: Zungenbeinknochenstücke.
19) Müller: Knorpeliger Kiel des Zungenbeins.
20) Müller: Kleines Zungenbeinhorn.
21) Ueber die Abweichungen des Baus dieser Knorpel zwischen Myxine und Bdellostoma s. § 2 Anm. 15.

Complicationen, wie sie bei Myxine bestehen, baar angetroffen, aber höher differenzirt, indem er bereits eine Gliederung im Hyomandibulare[22]) und Hyoidstück[23]) aufweist. Ersteres (Hm) entspringt dicht hinter dem Kieferbogen von der Schädelbasis als nach unten und aussen gerichtete Spange, deren unteres Ende mit dem Hyoidstück articulirt. Dieses (Hs) erscheint in Form eines längsgestellten Plättchens. Das ganze System der Copularstücke findet sich hier auf einen dreieckigen Knorpel reducirt (C)[24]), welcher aber seine Beziehungen zum Hyoidstück verloren hat durch mächtige Entwickelung des hintern Zungenstützknorpels, der sich zwischen Copula und ventrales Ende des Zungenbeinbogens gedrängt hat.

Das innere Stützskelet der Zunge weist hier wieder die beiden vordern ovalen Platten[25]), allerdings in sehr reducirtem Zustande auf (Vzk). Der hintere Zungenknorpel der Myxine ist hier zu einem langen, Muskeln zum Ansatz dienenden Skeletstück (Hzk)[26]) differenzirt. —

Der Innenfläche des Zungenbeinbogens erscheint bei Myxine das Stützskelet des Schlundsegels angelagert, welches letztere den Abschluss der hintern Oeffnung des Nasengaumenganges besorgt. Es besteht der Apparat jederseits aus einem längs verlaufenden horizontalen Theil (Ph, Fig. 2)[27]) der mittelst seines vordern Endes mit dem Zungenbeinbogen articulirt und mit dem der an-

---

22) Rathke: Hinterer Stachelfortsatz des Schädels.
Born: Griffelfortsatz.
Mayer: Schulterblattknorpel.
Müller: Absteigender Fortsatz der Schädelbasis.
Huxley: Stylohyal.

23) Mayer: Schlüsselbeinknorpel.
Müller: Knorpelplatte des absteigenden Fortsatzes der Schädelbasis.

24) Rathke: Herzförmiger Zungenknorpel.
Born: Zungenknorpel.
Mayer: Dolchförmiger Zungenbeinknorpel.
Müller: Zungenbein.

25) Rathke beschreibt die beiden getrennten Platten als „gabelförmigen Zungenknorpel".
Mayer: Lippenknorpel der Zungenspitze.
Müller: Knorpliger Zungenstiel, dessen Homologie mit dem hintern Zungenknorpel der Myxine er eigens angiebt (Cap. I S. 224).

26) Rathke: Schwertförmiger Zungenknorpel.
Mayer: Gabelförmiger Zungenknorpel.
Müller: Knorpliger Zungenstiel.
Huxley: Zungenknorpel.

27) Müller: Hauptstück des Schlundsegels.

dern Seite durch einen Querbügel (Ptr)[28]) verbunden erscheint. Letzterer trägt wieder ein complicirtes Gerüst von dünnen Längs- und Querspangen. Ebenso findet sich auch bei den Petromyzonten im Niveau des Hyomandibulare der Stützapparat eines Schlundsegels, das dem Abschluss des Bronchus vom Rachen vorsteht, aber keineswegs als Homologon des Schlundsegels der Myxine beurtheilt werden darf (s. d. im vergleich. Theile). Er wird hergestellt von 2 durch eine Quercommissur verbundenen ovalen Platten (Fig. 24 x), welche bei Petrom. fluv. und Planeri ausserdem eine Anzahl nach vorn gerichteter fingerförmige Fortsätze tragen.

Ausserdem besteht bei beiden Repräsentanten der Cyclostomen ein System von dem Schädel vorgelagerten Skeletstücken, das jedoch aus später zu erörternden Gründen (s. im vergleich. Theile) als eigenartige Bildung der Myxinoiden wie Petromyzonten zukommend beurtheilt werden muss und sich weder innerhalb der Cyclostomenabtheilung noch mit den Labialknorpeln der Fische vergleichen lässt.

Bei Myxine erscheint es als halbringförmiger den vordern obern Mundrand bildender Tentakelkranz (C, Fig. 1), welcher jederseits 3 Tentakelknorpel (T_1, T_2, T_3)[29]) tragend, zwischen dem 1. und 2. sich von Bandmasse unterbrochen zeigt, in der Mittellinie mit dem Ethmoid, an der Basis des 2. Tentakelknorpels mit dem Proc. spinosus der Gaumenleiste und an der Basis des 3. Tentakelknorpels durch ein Band (y Fig. 1. 3) mit der Copula verbunden[30]) zeigt. Ein 4. Tentakelknorpel (T_4) erscheint ausser Zusammenhang mit dem Tentakelkranze.

Bei den Petromyzonten wird ein mächtiges Vorknorpel-System angetroffen, bestehend aus 3 voluminösen und 2 kleineren Abschnitten. Erstere stellen dar einen vordern ringförmigen Knorpel (Ca, Fig. 16)[31]), einen an den hintern Rand dieses anschliessenden

---

28) Müller: Mittelriemen des Schlundsegels.

29) Müller beschreibt den 2. Tentakel, weil er bei der Ansicht von der Seite über dem ersten liegt, als 1. und letztern als 2. Tentakel.

30) Bei Bdellostoma bestehen hier nach Müller noch eine geringfügige Abweichungen betreffs des Zusammenhangs des Tentakelkranzes mit den vordern Copularlamellen.

31) Rathke: Vorderer Ringknorpel mit Griffelfortsatz.
Born: Zwischenkiefer mit Oberkiefer.
Mayer: Vorder- und Unterkieferknorpel mit Griffelfortsatz.
Müller: Lippenring mit stielförmigem Anhang.
Huxley fasst sämmtliche Vorknorpel als „accessorische Lippenknorpel" zusammen.

halbringförmigen (Cs)[32]) und einen diesem folgenden paarigen rhombenförmigen Knorpel (Cr)[33]). Die beiden letzten werden zum Theil vom Ethmoid überdacht. Die beiden kleinen Knorpel bilden einen dem Ringknorpel anlagernden Proc. spinosus (Ps) und eine kleine dem halbringförmigen Knorpel angelagerte Platte (Cl)[34]). Sämmtliche Vorknorpel stehen durch Bandmasse mit einander im Zusammenhang.

Der Nachweis, dass die Vorknorpel und der Tentakelkranz vorderen Kiemenbögen entsprechen, kann nicht mehr geführt werden.

§ 2.
Muskulatur des Kopfskelets von Myxine glutinosa.

Die Muskulatur des Kopfskelets von Myxine glutinosa[1]) kann man bezüglich ihrer Ursprungs- und Insertionsverhältnisse[2]) in folgende Gruppen scheiden:

I. Muskeln des Tentakelkranzes und des Nasenrohrs.
II. Muskeln des Kieferbogens.
III. Muskeln des Zungenbeinbogens und der Zunge.
IV. Muskeln, welche den Kieferbogen mit dem Zungenbeinbogen verbinden.
V. Muskeln des Schlundsegels.

I. Muskeln des Tentakelkranzes und des Nasenrohrs.

1) Tentacularis posterior (Tp. Fig. 7).
2) Tentacularis anterior.

32) Rathke: Hinterer Ringknorpel.
Born: Pflugschar.
Mayer: Oberkiefer und Gaumenfortsatz (d. i. das vordere schnabelförmige Ende).
Müller: Vordere Deckplatte des Mundes.

33) Rathke: Tafelförmiger Knorpel.
Mayer: Gaumenbeinknorpel.
Müller: Hintere Seitenleiste des Mundes.

34) Rathke: Seitentheil des Zungenbeins.
Mayer: Hornfortsatz des Oberkiefers.
Müller: Vordere Seitenleiste des Mundes.

1) Die meisten dieser Muskeln hat J. Müller nur an Bdellostoma beschrieben. Nur, wo beträchtlichere, sofort in die Augen fallende Abweichungen nach Form und Verlauf bestanden, hat er eine nähere Schilderung auch jener der Myxine gegeben.

2) Aus practischen, später sich ergebenden Gründen ist im descriptiven Theile diese Scheidung der Eintheilung nach der Innervation vorgezogen.

3) Tentaculo-ethmoidalis (Te. Fig. 4).
4) Transversus oris.
5) Nasalis (N. Fig. 7).
6) Ethmoideo-nasalis.

Meist unansehnliche Muskeln, welche bis auf den Tentacularis post. sämmtlich vom Ophthalmicus innervirt werden. Letzterer wird als Abschnitt des Seitenrumpfmuskels von einem Ast des ersten Spinalnerven versorgt.

1. Tentacularis posterior.

MÜLLER: Zurückzieher der Tentakel[3]).

Ziemlich breiter platter Muskel, an der Seite des vordern Kopfabschnitts subcutan gelegen. Er entspringt von der gemeinsamen Aponeurose der beiden Dorsalportionen des Seitenrumpfmuskels, dessen vorderer Rand in die untern 2 Drittel des Ursprungs ziemlich genau einpasst. Seine Fasern verlaufen nahezu parallel nach vorn, um sich terminal in 3 zusammenhängende Portionen zu sondern, eine obere, mittlere und untere. Die obere und untere inseriren sich, schräg auf- resp. abwärts steigend, an der Aussenfläche der Basis des 2. resp. 3. Tentakelknorpels, während die mittlere Portion mit einem dünnen bogenförmigen Sehnenstreif als vorderem Rande abschliesst.

Function. Zieht den 2. und 3. Tentakel zurück.

2. Tentacularis anterios.

Kleiner schlanker Muskel am vordersten Rande der Mundöffnung. Entspringt von der Basis des 4. Tentakelknorpels. Seine Fasern ziehen um die Innenseite des 3. Tentakels, hier mit diesem abhärent, um nach vorn und oben sich wendend, ihre Insertion mittelst einer kurzen dünnen Sehne an der Basis des 1. Tentakelknorpels zu finden.

Function. Nähert den 1. und 4. Tentakel einander, wirkt zugleich (bei fixirtem 4. Tentakel) als Zurückzieher des 1. Tentakels.

3) Nach J. MÜLLER entspringt der Muskel bei Bdellostoma an der Gaumenleiste. (?) Auf der Abbildung bietet er sich bedeutend in seiner Breite reducirt dar durch Wegfall des untern Abschnitts. Dem entsprechend erschöpfen sich auch seine Bündel in einer obern und untern Portion, von denen erstere bei Bdellostoma sich an die beiden ersten Tentakel heften soll. Bei Myxine besitzt der 1. Tentakel einen besondern kleinen Muskel (Tentac. ant.), den MÜLLER nicht anführt. Gegen eine secundäre Ablösung des letzteren vom Tentacularis post. spricht seine Innervation durch den Ophthalmicus. Jedenfalls ist er von MÜLLER übersehen worden.

3. Tentaculo-ethmoidalis.

Müller: Compressor oris[4]).

Mässig kräftiger, kurzer Muskel, hinter vorigem, über der Schleimhaut des Mundes gelegen. Entspringt vom vordersten Abschnitt des Ethmoids, um sich mit seinen nach unten und aussen verlaufenden Fasern, zwischen dem Tentacularis ant. und Copulo-tentaculo-coronarius hindurchtretend an dem innern Umfang der Basis des 3. Tentakelknorpels zu inseriren.

Function. Zieht den 3. Tentakel nach oben und medianwärts und kann, wenn letzterer durch den Copulo-tentaculo-coronarius) fixirt ist, die Mundöffnung in ihrem obern Abschnitt etwas verengen.

4. Transversus oris[5]).

Mässig kräftige Muskelmasse von eigenthümlichem Faserverlauf, zum Theil in eine dreieckige Lücke zwischen dem Tentacularis ant. und Tentaculo-ethmoidalis einpassend. Seine Bündel sind kurz und, durch Vermittlung einer ziemlich derben Fascie einerseits am Integument, andrerseits an der Mundschleimhaut sich anheftend, radienartig gegen die Axe der Mundhöhle gerichtet. Von dem medianen dem vordern Ende des Ethmoids anlagernden Abschnitt des Muskels zweigen sich in der Gegend der Basis des Tentakels einige kleine Muskelbündel unter mehr flachem, wagerechten Verlauf nach unten ab, um quer vor und unterhalb des Ethmoids verlaufend in die gleich gelegenen Bündel der andern Seiten unmittelbar überzugehen.

Function. Die Contraction der senkrecht gestellten kurzen Fasern wird eine Verdünnung des Muskels (durch Verkürzung der seine Dicke herstellenden Elemente) zur Folge haben, welche mit einer Flächenvergrösserung des Muskels (durch Volumenzunahme der Dicke der Bündel) d. i. einer Erweiterung der Mundhöhle in ihrem obern vordern Abschnitt Hand in Hand gehen muss. Die

4) Müller erwähnt eine den beiderseitigen Muskeln gemeinsame Quercommissur. Letztere gehört aber dem Transversus oris an. Somit fällt auch für diesen Muskel die Function eines Mundschlusses durch sphincterartige Compression fort, wie sie Müller angiebt.

5) Müller thut dieses Muskels bei Bdellostoma keine Erwähnung. Die Zutheilung der Quercommissur an den vorigen Muskel, so wie die allerdings nicht so leichte Isolirbarkeit des letzteren von diesem lässt vermuthen, dass Müller unter der Bezeichnung „Compressor oris“ beide Muskeln zusammengefasst trotz des ganz verschiedenen Faserverlaufs.

gleichzeitig Steifung der Mundhöhlenwand schafft einen nothwendigen Factor für das Ansaugen des Thiers, indem es dem Druck des umgebenden Mediums einen Widerstand setzt, genügend, um eine Einbuchtung der Wand in das Innere der Mundhöhle zu verhüten. — Die Wirkung der kleinen Quercommissur wird sich kaum in einer seitlichen Compression der obersten Abschnitte der Mundhöhle äussern können. Vielmehr macht die in die Gegend der Basis des 1. Tentakels fallende Abzweigung derselben, so wie die Adhärenz mit letzterem es wahrscheinlich, dass eine gegenseitige Näherung der beiden ersten Tentakel die Function der Quercommissur repräsentirt.

5. Nasalis.

MÜLLER: Zurückzieher der Nasenöffnung[6]).

Schwacher schlanker Muskel, subcutan gelegen, mit seinem lateralen Rande an den medianen des Tentacularis post. anschliessend. Er entspringt von dem seitlichen Abschnitte der Nasenkapsel, läuft, dem seitlichen Umfang des Nasenrohrs unmittelbar aufgelagert, gerade nach vorn, um sich an dem ersten Nasenrohrknorpel zu inseriren, hier mit der Insertion des folgenden Muskels verschmelzend.

Function. Zieht die äussere Nasenöffnung zurück, verkürzt dadurch das Nasenrohr.

6. Ethmoideo-nasalis.

MÜLLER: Compressor narium.

Kleines dünnes Muskelbündelchen, das am vordern Ende des Ethmoids entspringt, bogenförmig um den lateralen Rand der Basis des 1. Tentakels läuft und sich zugleich mit dem Nasalis am seitlichen Umfang des vordern Nasenrohrendes zu inseriren.

Function. Drückt den ersten Tentakel gegen das Nasenrohr und schliesst so bei doppelseitiger Wirkung die Mündung derselben.

II. Muskeln des Kieferbogens.

7) Palato-ethmoidalis superficialis (Pes, Fig. 4 5).
8) Palato-ethmoidalis profundus (Pepr, Fig. 4 5 6).
9) Quadrato-palatinus (Qp, Fig. 9).
10) Palato-coronarius (Pc, Fig. 6 9).

---

6) Bei Bdellostoma entspringt der Muskel nach MÜLLER's Angaben von der Gaumenleiste und heftet sich an den queren Mundknorpel (d. i. obersten Abschnitt des Tentakelkranzes).

Werden bis auf den Palato-ethmoid. superfic., der einen Ast des Ophthalmicus erhält, vom Ram. externus des Maxillaris innervirt.

7. Palato-ethmoidalis superficialis.

MÜLLER: Zurückzieher der Schnauzenstütze.

Kräftiger Muskel, grösstentheils unter dem Tentacularis post. verlaufend. Er entspringt breit von der hintern Hälfte der Gaumenleiste und zum Theil vom seitlichen Umfange des Schädels[7]) derart, dass seine oberflächlichen und medianen Bündel sich von diesem, seine tiefen und lateralen sich von jener sammeln. In leichter Convergenz verlaufen die Fasern nach vorn, oben und medianwärts, um sich breit an der Seitenfläche des Ethmoids, etwa im Bereich dessen mittleren Drittels zu inseriren.

Function. Bewirkt bei doppelseitiger Action eine Dorsalflexion des Ethmoids und in Folge dessen eine Zurückziehung des obern Mundrandes, so dass der Gaumenzahn nunmehr die vorderste Stellung behufs Erfassens der Beute einnimmt.

8. Palato-ethmoidalis profundus.

MÜLLER: M. pyramidalis.

Kurzer, aber ziemlich kräftiger Muskel, der unter dem vorigen gelegen, seinen Ursprung an dem seitlichen Umfange des Ethmoids im Bereich dessen hinterer Hälfte nimmt. Seine Fasern ziehen, nur ganz leicht convergirend nach hinten, unten und lateralwärts, um breit[8]) an dem medianen Rande des vordern Gaumenleistenfortsatzes bis an dessen Basis zu inseriren. Bisweilen greifen einzelne Fasern noch auf die Gaumenleiste selbst über.

Function. Comprimirt bei doppelseitiger Wirkung die Mundhöhle seitlich, indem er den vordern Gaumenleistenfortsatz medianwärts zieht und den Tentakelring seitlich einbuchtet.

9. Quadrato-palatinus.

MÜLLER: Anzieher des Schlundkorbes[9]).

Ziemlich starker dreieckiger Muskel, dessen ventrale Fläche von der Mundschleimhaut überzogen, dessen dorsale zum Theil

7) Dieser Ursprung fehlt nach MÜLLER bei Bdellostoma.

8) Bei Bdellostoma hat der Muskel eine dreieckige Form, indem er durch starke Convergenz der Fasern eine langgezogene Ansatzspitze erhält, die am vordern Ende des Gaumenleistenfortsatzes sich festheftet.

9) MÜLLER lässt diesen Muskel bei Bdellostoma von der Gaumenleiste entspringen und am Schlundkorb (Quadratum) sich inseriren, womit die erwähnte Function (Anzieher des Schlundkorbes) im Einklang steht. Bei Myxine macht

von dem folgenden Muskel gedekt ist. Seine Basis entspringt am seitlichen Rande des subocularen Bogens des Quadratums. Die Fasern ziehen, ziemlich stark convergirend nach vorn und medianwärts, um in eine sehr dünne aponeurotische Sehne überzugehen, welche am lateralen Umfang des vordern Gaumenleistenabschnitts ihren Ansatz findet.

Function. Beugt die Gaumenleiste gegen das Quadratum, zieht dadurch den obern Mundrand nach hinten und unten, wodurch die vordere Mundöffnung unter starker Verkleinerung in einen dreieckigen Raum (mit nach oben stehender Basis) verwandelt wird.

10. Palato-coronarius.

Müller: Zurückzieher des Mundrandes oder der Mundknorpel.

Zweiköpfiger [10]) Muskel von der Stärcke des vorigen. Sein innerer Kopf entspringt vom medianen Rande des hintern Abschnitts der Gaumenleiste, sein äusserer vom lateralen. Zwischen beiden Köpfen verläuft der Ram. ext. des Maxillaris, um sich kurz vor der Vereinigung beider auf die dorsale Fläche des Muskels zu schlagen. Letzterer läuft als einfacher Muskelbauch über die Sehne der vorigen nach vorn und aussen, um mittelst kurzer kräftiger Sehne mit dem bandartigen Verbindungsstück der vordern lateralen Copularlamelle und der Basis des 3. Tentakelknorpels, also dem untern Abschnitt des Tentakelkranzes zu verschmelzen.

Function. Zieht den untern Mundrand nach oben und hinten.

III. Muskeln des Zungenbeinbogens und der Zunge.

11) Copulo tentaculo-coronarius (Ctc, Fig. 4 6).
12) Copulo-ethmoidalis (Ce, Fig. 4 6).
13) Hyo-copulo-glossus (Hcgl, Fig. 4 13).
14) Copulo-glossus superficialis (Cgls, Fig. 5 8).
15) Copulo-glossus profundus (Cglpr, Fig. 5 8).
16) Copulo-copularis (Cc, Fig. 8 12 13 14 15).
17) Longitudinalis linguae (Ll, Fig. 12 13 14 15).
18) Perpendicularis (P, Fig. 15).

---

die starre Fixation des kräftigen Quadratum gegenüber der Beweglichkeit der nachgiebigen Gaumenleiste, namentlich aber das Bestehen einer doppelten biegsamen Commissur zwischen beiden Skeletabschnitten die Annahme nothwendig, dass die suboculare Insertion als Punctum fixum fungirt, ein Verhalten, dessen auch Müller von Myxine speziell Erwähnung thut.

10) Bei Bdellostoma, wo der Muskel im Wesentlichen denselben Verlauf hat, fehlt nach Müller der bei Myxine deutlich diskrete Ursprung mit 2 Köpfen.

Grösstentheils kräftige, lange Muskeln, welche sämmtlich vom Maxillaris und zwar die ersten beiden von dessen Ram. externus, alle übrigen vom Ram. internus innervirt werden.

11. Copulo-tentaculo-coronarius.

Müller: Zweiköpfiger Herabzieher des Mundes.

Schlanker langer Muskel am untern und seitlichen Mundrand, dessen innere Fläche zum grössten Theile von der Mundschleimhaut überzogen ist. Entspringt vom innern Rande der lateralen, und vom äussern Rande der medianen Copularlamelle, so wie von dem beide verbindenden sehnigen Streif. Seine Fasern verlaufen zunächst nach vorn und etwas nach oben. Dabei inseriren sich die untern Bündel am hintern Rande der Basis des 4. Tentakelknorpels, während die obern weiter ziehen und von neuen Muskelbündeln, welche sich vom vordern Rande der Basis des 4. Tentakelknorpels sammeln, verstärkt werden, ein Verhalten, das sich an der Basis des 3. Tentakelknorpels wiederholt, so dass dem Muskel 3 Köpfe[11]) zukommen. Die Endinsertion selbst findet am hintern Rande des Tentakelkranzes statt von der Basis des 4. Tentakels an bis zu jener des 2. Tentakels, wo der Muskel in Form einer schmalen Spitze ausläuft.

Function. Zieht bei doppelseitiger Wirkung den untern Abschnitt des Tenkelkranzes zurück. Bei Fixation des obern Abschnitts des Kranzes können die beiden vordern Köpfe den 3. und 4. Tentakel aufwärts ziehen.

12. Copulo-ethmoidalis.

Müller: Herabzieher der knöchernen Schnauzenstütze.

Langer, wenig kräftiger Muskel, dessen innere Fläche grösstentheils von der Mundschleimhaut gedeckt ist. Entspringt unter dem vorigen vom vordern Ende der lateralen Copularlamelle. Seine Fasern ziehen bogenförmig unter dem vordern Gaumenleistenfortsatz nach oben und vorn, um sich unter dem Palato-ethmoidalis superfic. und vor dem Palato-ethmoidalis profund. am Ethmoid zu inseriren.

Function. Comprimirt, indem er die vordern Copularlamellen und das Ethmoid einander nähert, die Mundhöhle.

11) Bei Bdellostoma ist dieser Muskel nur zweiköpfig, indem ihm die Verstärkung vom 4. Tentakelknorpel mangelt. Auch ist die Länge seiner Insertion daselbst ziemlich beträchtlich reducirt.

13. Hyo-copulo-glossus.

[illegible] Beuger des Zungenbeins.

[illegible] Muskel mit eigenthümlich complic[illegible] [illegible] Ursprung [illegible] vom vordern Rande des Hyoidstück[illegible] [illegible] der ventralen Fläche der [illegible] Seine Fasern laufen nahezu parallel [illegible] [illegible] sich in flachem Bogen um [illegible] [illegible] Copularlamelle schlagen. Dadurch [illegible] Fläche des Muskels auf die dorsale der C[illegible] [illegible] während die dorsale des Muskels von [illegible] [illegible] Etwa im Niveau der Quercommissur [illegible] Copularlamellen geht der grösste Theil der Fasern [illegible] breite, aponeurotische Sehne über, die sich an der ventralen Fläche der medianen [illegible] Copularlamelle in dessen ganzer Ausdehnung fest heftet, [illegible] dem äussern Rand der Lamelle näher gerückt. Von dem vordern Abschnitte dieser Sehne geht ein schmaler Streif an die Basis des 4. Tentakelknorpels. Die übrigen Fasern des Muskels sammeln sich in gleichem Niveau ebenfalls in eine [illegible] Lamelle, welche, continuirlich mit der erwähnten Sehne zusammenhängend, sich in Form einer rinnenförmigen [illegible] Duplicatur nach oben wendet, um sich an dem hintern Abschnitt der ventralen Zungenfläche zu inseriren.

Function. Der Muskel wird einmal durch Beugung der vordern und hintern Copularlamellen gegen einander den untern Mundrand etwas erheben, dann aber seine Beziehungen zu der erwähnten Duplicatur als Haftband der Zunge Bedeutung für die Bewegung letzterer gewinnen (s. d. u. Nr. 15 u. 18). Ausserdem wird der Muskel der 4. Tentakel nach hinten ziehen können.

14. Copulo-glossus superficialis.

Müller: Oberflächlicher Vorzieher der Zunge [13].

Langer, ziemlich kräftiger Muskel, dessen ventrale Fläche von den Seitenbauchmuskeln gedeckt ist. Er entspringt vom seitlichen Umfange des Endstücks der Copula dicht unter dem Ursprung des

---

12) Bei Bdellostoma fehlt der Ursprung vom Hyoidstück und ist dementsprechend jener von der hintern Copularlamelle um so ausgebreiteter.

13) Bei Bdellostoma entspringt der Muskel mit 2 Portionen. Die gemeinsame Sehne, die keine Endtheilung aufweist, zeigt sich am untern Mundrande mit der Mundschleimhaut fest verwachsen (s. Anm. 17).

Copulo-quadratus superficialis. Seine Fasern verlaufen in flachem Bogen nach unten vorn und medianwärts. Das vordere Ende des Muskelbauchs schliesst gegen die Sehne in einer bogenförmigen Linie scharf ab. Die Sehne selbst ist continuirlich mit jener der andern Seite verschmolzen, derart, dass eine dünne aber feste, beiden Muskeln gemeinsame Aponeurose mit hinterm freien, concaven Rand resultirt, ohne jede Andeutung einer medianen Raphe. Sie wendet sich unter leichter Convergenz ihrer Fasern nach vorn, schlägt sich um den untern Mundrand nach hinten und inserirt, sich in 2 Schenkel wieder spaltend, sich jederseits am vordern lateralen Umfang des vordern Zungenknorpels. — Da wo sie sich um den untern Mundrand herumschlingt, findet sich ihr Seitenrand durch einen kurzen fibrösen Strang mit der Basis des 4. Tentakelknorpels verbunden.

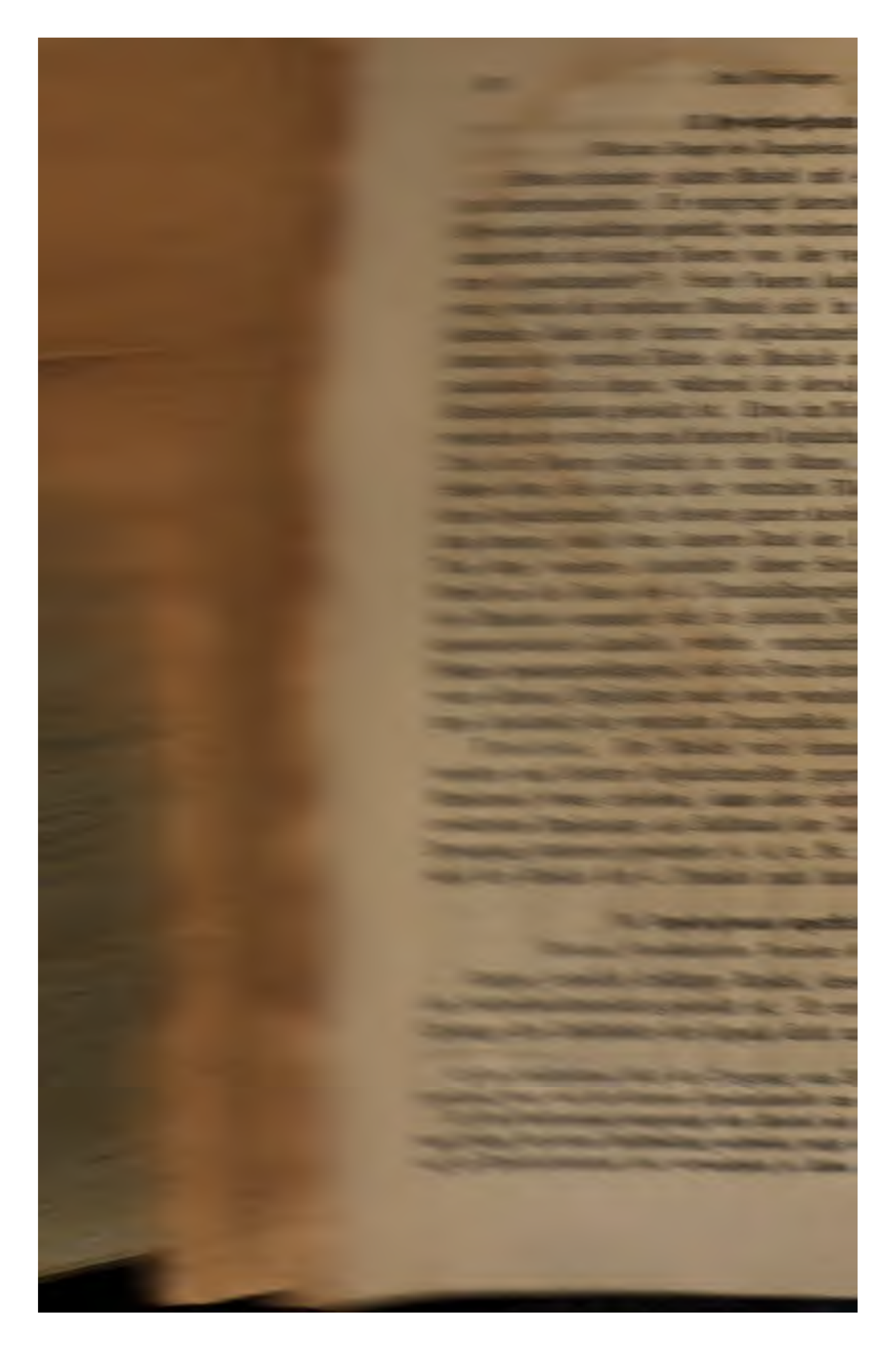
Function. Der Muskel zieht die beiden Zungenplatten in gerader Richtung und ohne Aenderung der gegenseitigen Stellung[14]) nach vorn. Dies gilt jedoch nur bei Erschlaffung der Copulo-palatinus. Befindet sich dieser im Momente der Vorwärtsbewegung der Zunge in Contraction, dann muss nothwendig in Folge der seitlichen Verengerung der Mundhöhle eine Dorsalflexion der beiden Zungenplatten gegen einander, so dass die bezahnten Flächen sich berühren, stattfinden. — Ausserdem wird durch den Muskel der 4. Tentakel nach innen und hinten gezogen.

15. Copulo-glossus profundus.

Müller: Tiefer Vorzieher der Zunge.

Sehr kräftiger und langer Muskel, ebenfalls grösstentheils vom System der Seitenbauchmuskeln gedeckt. Er entspringt mit 2 Köpfen, einem lateralen und medianen vom seitlichen und untern Umfang der hintern Hälfte des Endstücks der Copula. Der innere Kopf setzt den Ursprung vom Copulo-glossus superficialis fast continuirlich fort und berührt mit seinem medianen Rande nahezu die Mittellinie. Der laterale Kopf entspringt beträchtlich breiter hinter dem medianen dicht neben der Mittellinie bis zur Spitze des Endstücks. Die Fasern beider Köpfe ziehen nach vorn, derart, dass der innere gerade Rand des medianen Kopfes jenen der andern Seite in der Mittellinie berührt, der bogenförmige äussere

14) S. Fig. 12, welche die normale Stellung der Zungenplatten, wie sie in der Regel am todten Thiere, also bei Erschlaffung sämmtlicher Muskeln angetroffen wird, aufweist. — S. ausserdem die Function des folgenden Muskels (N. 15).



Copulo-quadratus superficialis. Seine Fasern verlaufen in flachem Bogen nach unten vorn und medianwärts. Das vordere Ende des Muskelbauchs schliesst gegen die Sehne in einer bogenförmigen Linie scharf ab. Die Sehne selbst ist continuirlich mit jener der andern Seite verschmolzen, derart, dass eine dünne aber feste, beiden Muskeln gemeinsame Aponeurose mit hinterm freien, concaven Rand resultirt, ohne jede Andeutung einer medianen Raphe. Sie wendet sich unter leichter Convergenz ihrer Fasern nach vorn, schlägt sich um den untern Mundrand nach hinten und inserirt, sich in 2 Schenkel wieder spaltend, sich jederseits am vordern lateralen Umfang des vordern Zungenknorpels. — Da wo sie sich um den untern Mundrand herumschlingt, findet sich ihr Seitenrand durch einen kurzen fibrösen Strang mit der Basis des 4. Tentakelknorpels verbunden.

Function. Der Muskel zieht die beiden Zungenplatten in gerader Richtung und ohne Aenderung der gegenseitigen Stellung[14]) nach vorn. Dies gilt jedoch nur bei Erschlaffung der Copulo-palatinus. Befindet sich dieser im Momente der Vorwärtsbewegung der Zunge in Contraction, dann muss nothwendig in Folge der seitlichen Verengerung der Mundhöhle eine Dorsalflexion der beiden Zungenplatten gegen einander, so dass die bezahnten Flächen sich berühren, stattfinden. — Ausserdem wird durch den Muskel der 4. Tentakel nach innen und hinten gezogen.

15. Copulo-glossus profundus.

MÜLLER: Tiefer Vorzieher der Zunge.

Sehr kräftiger und langer Muskel, ebenfalls grösstentheils vom System der Seitenbauchmuskeln gedeckt. Er entspringt mit 2 Köpfen, einem lateralen und medianen vom seitlichen und untern Umfang der hintern Hälfte des Endstücks der Copula. Der innere Kopf setzt den Ursprung vom Copulo-glossus superficialis fast continuirlich fort und berührt mit seinem medianen Rande nahezu die Mittellinie. Der laterale Kopf entspringt beträchtlich breiter hinter dem medianen dicht neben der Mittellinie bis zur Spitze des Endstücks. Die Fasern beider Köpfe ziehen nach vorn, derart, dass der innere gerade Rand des medianen Kopfes jenen der andern Seite in der Mittellinie berührt, der bogenförmige äussere

14) S. Fig. 12, welche die normale Stellung der Zungenplatten, wie sie in der Regel am todten Thiere, also bei Erschlaffung sämmtlicher Muskeln angetroffen wird, aufweist. — S. ausserdem die Function des folgenden Muskels (N. 15).

13. Hyo-copulo-glossus.

Müller: Beuger des Zungenbeins.

Etwas schmaler, platter Muskel mit eigenthümlich complicirter Insertionssehne. Er entspringt lateralwärts vom Ursprung des Hyo-copulo-palatinus gedeckt, vom vordern Rande des Hyoidstücks, ausserdem mit einigen Fasern von der ventralen Fläche der hintern Copularlamelle [12]). Seine Fasern laufen nahezu parallel nach vorn, wobei die medianen Bündel sich in flachem Bogen um den lateralen Rand der hintern Copularlamelle schlagen. Dadurch kommt die ventrale Fläche des Muskels auf die dorsale der Copularlamelle zu liegen, während die dorsale des Muskels von der Mundschleimhaut gedeckt ist. Etwa im Niveau der Quercommissur zwischen den vordern und hinteren Copularlamellen geht der grösste Theil der Fasern plötzlich in eine dünne, breite, aponeurotische Sehne über, die sich an der ventralen Fläche der medianen vordern Copularlamelle in dessen ganzer Ausdehnung fest heftet, bald dem innern, bald dem äussern Rand der Lamelle näher gerückt. Von dem vordern Abschnitte dieser Sehne geht ein schmaler Streif an die Basis des 4. Tentakelknorpels. Die übrigen Fasern des Muskels sammeln sich in gleichem Niveau ebenfalls in eine aponeurotische Lamelle, welche, continuirlich mit der erwähnten Sehne zusammenhängend, sich in Form einer rinnenförmigen (nach vorn offenen) Duplicatur nach oben wendet, um sich an dem hintern Abschnitt der ventralen Zungenfläche zu inseriren.

Function. Der Muskel wird einmal durch Beugung der vordern und hintern Copularlamellen gegen einander den untern Mundrand etwas erheben, dann aber seine Beziehungen zu der erwähnten Duplicatur als Haftband der Zunge Bedeutung für die Bewegung letzterer gewinnen (s. d. u. Nr. 15 u. 18). Ausserdem wird der Muskel der 4. Tentakel nach hinten ziehen können.

14. Copulo-glossus superficialis.

Müller: Oberflächlicher Vorzieher der Zunge [13]).

Langer, ziemlich kräftiger Muskel, dessen ventrale Fläche von den Seitenbauchmuskeln gedeckt ist. Er entspringt vom seitlichen Umfange des Endstücks der Copula dicht unter [illegible] Ursprung des

12) Bei Bdellostoma fehlt der Ursprung vom H[illegible] und ist dem[illegible] sprechend jener von der hintern Copularlamelle u[illegible] [illegible]tteter, [illegible]. Die

13) Bei Bdellostoma entspringt d[illegible] [illegible]ern M[illegible] same Sehne, die keine Endtheilung [illegible] mit der Mundschleimhaut fest ve[illegible]

Copulo-quadratus superficialis. Seine Fasern verlaufen in flachem Bogen nach unten vorn und medianwärts. Das vordere Ende des Muskelbauchs schliesst gegen die Sehne in einer bogenförmigen Linie scharf ab. Die Sehne selbst ist continuirlich mit jener der andern Seite verschmolzen, derart, dass eine dünne aber feste, beiden Muskeln gemeinsame Aponeurose mit hinterm freien, concaven Rand resultirt, ohne jede Andeutung einer medianen Raphe. Sie wendet sich unter leichter Convergenz ihrer Fasern nach vorn, schlägt sich um den untern Mundrand nach hinten und inserirt, sich in 2 Schenkel wieder spaltend, sich jederseits am vordern lateralen Umfang des vordern Zungenknorpels. — Da wo sie sich um den untern Mundrand herumschlingt, findet sich ihr Seitenrand durch einen kurzen fibrösen Strang mit der Basis des 4. Tentakelknorpels verbunden.

Function. Der Muskel zieht die beiden Zungenplatten in gerader Richtung und ohne Aenderung der gegenseitigen Stellung[14]) nach vorn. Dies gilt jedoch nur bei Erschlaffung der Copulo-palatinus. Befindet sich dieser im Momente der Vorwärtsbewegung der Zunge in Contraction, dann muss nothwendig in Folge der seitlichen Verengerung der Mundhöhle eine Dorsalflexion der beiden Zungenplatten gegen einander, so dass die bezahnten Flächen sich berühren, stattfinden. — Ausserdem wird durch den Muskel der 4. Tentakel nach innen und hinten gezogen.

15. Copulo-glossus profundus.

Müller: Tiefer Vorzieher der Zunge.

Sehr kräftiger und langer Muskel, ebenfalls grösstentheils vom System der Seitenbauchmuskeln gedeckt. Er entspringt mit 2 Köpfen, einem lateralen und medianen vom seitlichen und untern Umfang der hintern Hälfte des Endstücks der Copula. Der innere Kopf setzt den Ursprung vom Copulo-glossus superficialis fast continuirlich fort und berührt mit seinem medianen Rande nahezu die Mittellinie. Der laterale Kopf entspringt beträchtlich breiter hinter dem medianen dicht neben der Mittellinie bis zur Spitze des Endstücks. Die Fasern beider Köpfe ziehen nach vorn, derart, dass der innere gerade Rand des medianen Kopfes jenen der andern Seite in der Mittellinie berührt, der bogenförmige äussere

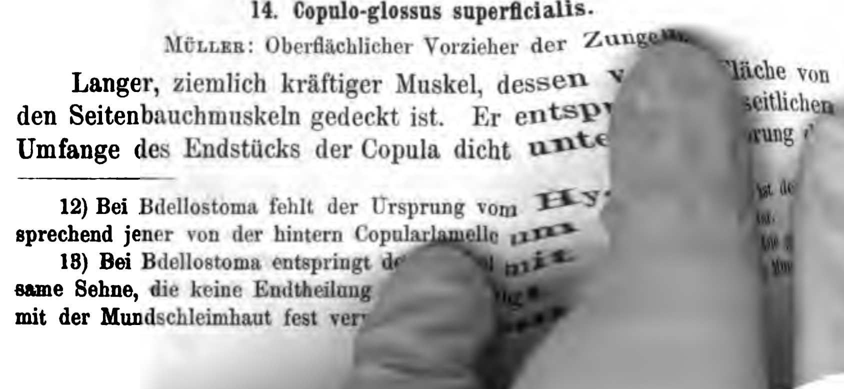
Fig. 12, welche die normale Stellung der Zungenplatten, wie sie in am todten Thiere, also bei Erschlaffung sämmtlicher Muskeln anged, aufweist. — S. ausserdem die Function des folgenden Muskels

13. Hyo-copulo-glossus.

Müller: Beuger des Zungenbeins.

Etwas schmaler, platter Muskel mit eigenthümlich complicirter Insertionssehne. Er entspringt lateralwärts vom Ursprung des Hyo-copulo-palatinus gedeckt, vom vordern Rande des Hyoidstücks, ausserdem mit einigen Fasern von der ventralen Fläche der hintern Copularlamelle [12]). Seine Fasern laufen nahezu parallel nach vorn, wobei die medianen Bündel sich in flachem Bogen um den lateralen Rand der hintern Copularlamelle schlagen. Dadurch kommt die ventrale Fläche des Muskels auf die dorsale der Copularlamelle zu liegen, während die dorsale des Muskels von der Mundschleimhaut gedeckt ist. Etwa im Niveau der Quercommissur zwischen den vordern und hinteren Copularlamellen geht der grösste Theil der Fasern plötzlich in eine dünne, breite, aponeurotische Sehne über, die sich an der ventralen Fläche der medianen vordern Copularlamelle in dessen ganzer Ausdehnung fest heftet, bald dem innern, bald dem äussern Rand der Lamelle näher gerückt. Von dem vordern Abschnitte dieser Sehne geht ein schmaler Streif an die Basis des 4. Tentakelknorpels. Die übrigen Fasern des Muskels sammeln sich in gleichem Niveau ebenfalls in eine aponeurotische Lamelle, welche, continuirlich mit der erwähnten Sehne zusammenhängend, sich in Form einer rinnenförmigen (nach vorn offenen) Duplicatur nach oben wendet, um sich an dem hintern Abschnitt der ventralen Zungenfläche zu inseriren.

Function. Der Muskel wird einmal durch Beugung der vordern und hintern Copularlamellen gegen einander den untern Mundrand etwas erheben, dann aber seine Beziehungen zu der erwähnten Duplicatur als Haftband der Zunge Bedeutung für die Bewegung letzterer gewinnen (s. d. u. Nr. 15 u. 18). Ausserdem wird der Muskel der 4. Tentakel nach hinten ziehen können.



14. Copulo-glossus superficialis.

Müller: Oberflächlicher Vorzieher der Zunge [illegible]

Langer, ziemlich kräftiger Muskel, dessen [illegible] Fläche von den Seitenbauchmuskeln gedeckt ist. Er entsp[illegible] seitlichen Umfange des Endstücks der Copula dicht unte[illegible] rung [illegible]

---

12) Bei Bdellostoma fehlt der Ursprung vom Hy[illegible] sprechend jener von der hintern Copularlamelle [illegible]

13) Bei Bdellostoma entspringt d[illegible] same Sehne, die keine Endtheilung [illegible] mit der Mundschleimhaut fest ver[illegible]

Copulo-quadratus superficialis. Seine Fasern verlaufen in flachem Bogen nach unten vorn und medianwärts. Das vordere Ende des Muskelbauchs schliesst gegen die Sehne in einer bogenförmigen Linie scharf ab. Die Sehne selbst ist continuirlich mit jener der andern Seite verschmolzen, derart, dass eine dünne aber feste, beiden Muskeln gemeinsame Aponeurose mit hinterm freien, concaven Rand resultirt, ohne jede Andeutung einer medianen Raphe. Sie wendet sich unter leichter Convergenz ihrer Fasern nach vorn, schlägt sich um den untern Mundrand nach hinten und inserirt, sich in 2 Schenkel wieder spaltend, sich jederseits am vordern lateralen Umfang des vordern Zungenknorpels. — Da wo sie sich um den untern Mundrand herumschlingt, findet sich ihr Seitenrand durch einen kurzen fibrösen Strang mit der Basis des 4. Tentakelknorpels verbunden.

Function. Der Muskel zieht die beiden Zungenplatten in gerader Richtung und ohne Aenderung der gegenseitigen Stellung[14]) nach vorn. Dies gilt jedoch nur bei Erschlaffung der Copulo-palatinus. Befindet sich dieser im Momente der Vorwärtsbewegung der Zunge in Contraction, dann muss nothwendig in Folge der seitlichen Verengerung der Mundhöhle eine Dorsalflexion der beiden Zungenplatten gegen einander, so dass die bezahnten Flächen sich berühren, stattfinden. — Ausserdem wird durch den Muskel der 4. Tentakel nach innen und hinten gezogen.

15. Copulo-glossus profundus.

Müller: Tiefer Vorzieher der Zunge.

Sehr kräftiger und langer Muskel, ebenfalls grösstentheils vom System der Seitenbauchmuskeln gedeckt. Er entspringt mit 2 Köpfen, einem lateralen und medianen vom seitlichen und untern Umfang der hintern Hälfte des Endstücks der Copula. Der innere Kopf setzt den Ursprung vom Copulo-glossus superficialis fast continuirlich fort und berührt mit seinem medianen Rande nahezu die Mittellinie. Der laterale Kopf entspringt beträchtlich breiter hinter dem medianen dicht neben der Mittellinie bis zur Spitze des Endstücks. Die Fasern beider Köpfe ziehen nach vorn, derart, [illegible] der innere gerade Rand des medianen Kopfes jenen der an- Seite in der Mittellinie berührt, der bogenförmige äussere

S. Fig. 12, welche die normale Stellung der Zungenplatten, wie sie in ;el am todten Thiere, also bei Erschlaffung sämmtlicher Muskeln angewird, aufweist. — S. ausserdem die Function des folgenden Muskels).

13. Hyo-copulo-glossus.

MÜLLER: Beuger des Zungenbeins.

Etwas schmaler, platter Muskel mit eigenthümlich complicirter Insertionssehne. Er entspringt lateralwärts vom Ursprung des Hyo-copulo-palatinus gedeckt, vom vordern Rande des Hyoidstücks, ausserdem mit einigen Fasern von der ventralen Fläche der hintern Copularlamelle [12]). Seine Fasern laufen nahezu parallel nach vorn, wobei die medianen Bündel sich in flachem Bogen um den lateralen Rand der hintern Copularlamelle schlagen. Dadurch kommt die ventrale Fläche des Muskels auf die dorsale der Copularlamelle zu liegen, während die dorsale des Muskels von der Mundschleimhaut gedeckt ist. Etwa im Niveau der Quercommissur zwischen den vordern und hinteren Copularlamellen geht der grösste Theil der Fasern plötzlich in eine dünne, breite, aponeurotische Sehne über, die sich an der ventralen Fläche der medianen vordern Copularlamelle in dessen ganzer Ausdehnung fest heftet, bald dem innern, bald dem äussern Rand der Lamelle näher gerückt. Von dem vordern Abschnitte dieser Sehne geht ein schmaler Streif an die Basis des 4. Tentakelknorpels. Die übrigen Fasern des Muskels sammeln sich in gleichem Niveau ebenfalls in eine aponeurotische Lamelle, welche, continuirlich mit der erwähnten Sehne zusammenhängend, sich in Form einer rinnenförmigen (nach vorn offenen) Duplicatur nach oben wendet, um sich an dem hintern Abschnitt der ventralen Zungenfläche zu inseriren.

Function. Der Muskel wird einmal durch Beugung der vordern und hintern Copularlamellen gegen einander den untern Mundrand etwas erheben, dann aber seine Beziehungen zu der erwähnten Duplicatur als Haftband der Zunge Bedeutung für die Bewegung letzterer gewinnen (s. d. u. Nr. 15 u. 18). Ausserdem wird der Muskel der 4. Tentakel nach hinten ziehen können.

14. Copulo-glossus superficialis.

MÜLLER: Oberflächlicher Vorzieher der Zunge [13]).

Langer, ziemlich kräftiger Muskel, dessen ventrale Fläche von den Seitenbauchmuskeln gedeckt ist. Er entspringt vom seitlichen Umfange des Endstücks der Copula dicht unter dem Ursprung des

---

12) Bei Bdellostoma fehlt der Ursprung vom Hyoidstück und ist dementsprechend jener von der hintern Copularlamelle um so ausgebreiteter.

13) Bei Bdellostoma entspringt der Muskel mit 2 Portionen. Die gemeinsame Sehne, die keine Endtheilung aufweist, zeigt sich am untern Mundrande mit der Mundschleimhaut fest verwachsen (s. Anm. 17).

Copulo-quadratus superficialis. Seine Fasern verlaufen in flachem Bogen nach unten vorn und medianwärts. Das vordere Ende des Muskelbauchs schliesst gegen die Sehne in einer bogenförmigen Linie scharf ab. Die Sehne selbst ist continuirlich mit jener der andern Seite verschmolzen, derart, dass eine dünne aber feste, beiden Muskeln gemeinsame Aponeurose mit hinterm freien, concaven Rand resultirt, ohne jede Andeutung einer medianen Raphe. Sie wendet sich unter leichter Convergenz ihrer Fasern nach vorn, schlägt sich um den untern Mundrand nach hinten und inserirt, sich in 2 Schenkel wieder spaltend, sich jederseits am vordern lateralen Umfang des vordern Zungenknorpels. — Da wo sie sich um den untern Mundrand herumschlingt, findet sich ihr Seitenrand durch einen kurzen fibrösen Strang mit der Basis des 4. Tentakelknorpels verbunden.

Function. Der Muskel zieht die beiden Zungenplatten in gerader Richtung und ohne Aenderung der gegenseitigen Stellung[14]) nach vorn. Dies gilt jedoch nur bei Erschlaffung der Copulo-palatinus. Befindet sich dieser im Momente der Vorwärtsbewegung der Zunge in Contraction, dann muss nothwendig in Folge der seitlichen Verengerung der Mundhöhle eine Dorsalflexion der beiden Zungenplatten gegen einander, so dass die bezahnten Flächen sich berühren, stattfinden. — Ausserdem wird durch den Muskel der 4. Tentakel nach innen und hinten gezogen.

15. Copulo-glossus profundus.

Müller: Tiefer Vorzieher der Zunge.

Sehr kräftiger und langer Muskel, ebenfalls grösstentheils vom System der Seitenbauchmuskeln gedeckt. Er entspringt mit 2 Köpfen, einem lateralen und medianen vom seitlichen und untern Umfang der hintern Hälfte des Endstücks der Copula. Der innere Kopf setzt den Ursprung vom Copulo-glossus superficialis fast continuirlich fort und berührt mit seinem medianen Rande nahezu die Mittellinie. Der laterale Kopf entspringt beträchtlich breiter hinter dem medianen dicht neben der Mittellinie bis zur Spitze des Endstücks. Die Fasern beider Köpfe ziehen nach vorn, derart, dass der innere gerade Rand des medianen Kopfes jenen der andern Seite in der Mittellinie berührt, der bogenförmige äussere

14) S. Fig. 12, welche die normale Stellung der Zungenplatten, wie sie in der Regel am todten Thiere, also bei Erschlaffung sämmtlicher Muskeln angetroffen wird, aufweist. — S. ausserdem die Function des folgenden Muskels (N. 15).

Rand in den concaven innern des lateralen eingepasst. Zwischen beiden letzten Rändern tritt der M. abdominis rectus nach vorn und oben um sich an der ventralen Fläche des Endstücks der Copula zu inseriren. Dicht hinter dem concaven Rande der Aponeurose des oberflächlichen Copulo-glossus vereinigen sich die beiden Köpfe jederseits zu einem vierkantigen Muskelbauch, dessen spitzes Ende von einer starken Sehne umfasst wird, die mit der seines Nachbars verschmilzt, eine sehr kräftige Aponeurose bildend. Diese verläuft, grösstentheils von der Sehne des vorigen Muskels ventralwärts gedeckt nach vorn und schlägt sich ebenfalls um den untern Mundrand (d. i. vordern Rand der vordern Copularlamellen) nach hinten in die Mundhöhle, um in den vordern Umfang der vordern Zungenknorpel ohne scharfe Grenze überzugehen, den Raum zwischen den Insertionsschenkeln der Sehne des vorigen Muskels ausfüllend. In der Mittellinie verbindet die Sehne die medianen Ränder der vordern Zungenknorpel[15]), setzt sich weiter nach hinten fort, auch die Commissur der hintern Zungenknorpel bildend und steht am hintern Rande der letzteren mit der Sehne des Longitudinalis linguae in continuirlichem Zusammenhang.

Die Function dieses Muskels ist folgende: Einmal zieht er im Sinne des vorigen die beiden Zungenplatten nach vorn, lässt sie aber zugleich mit ihrer ventralen (unbewaffneten) Fläche über den vordern untern Mundrand gleiten, derart, dass die horizontale Stellung der Platten zur vertikalen wird, die dorsale (bezahnte Fläche) nach vorn sieht. Es wird nämlich jede Platte an ihrem hintern Ende durch das erwähnte, dem Hyo-copulo-glossus angehörige Haftband über dem untern Mundrande festgehalten. Durch diese Fixation sind die Platten gezwungen, sich bei fortgesetzter Wirkung des Muskels hebelartig um den untern Mundrand als Hypomochlium zu drehen, in der Weise, dass das vordere Ende nach hinten und etwas nach oben rückt. Zugleich aber wird in Folge der Insertion der Sehnen des Copulo-glossus superficialis an dem lateralen Abschnitt der Circumferenz der Platten eine gegen-

15) Bei Bdellostoma bestehen hier einige Modificationen der Insertion, indem die Sehne nach Müller's Abbildung und Beschreibung am vordern Rande der vordern Zungenknorpelplatten abschliesst. Der Grund hiervon liegt in der Existenz einer vordern knorpligen Commissur zwischen den beiden Knorpelplatten, die überhaupt bei Bdellostoma von verhältnissmässig ungleich unnachgiebigerer Beschaffenheit zu sein scheinen. Auch die hintere Platte bildet bei Bdellostoma eine zusammenhängende Knorpelspange; bei Myxine besteht dagegen eine für das Zusammenklappen der Platten günstige Einrichtung in Form der nachgiebigen sehnigen Commissur.

seitige Näherung der medianen Ränder veranlasst. Somit ist der Stand beider Platten folgender: Beide Zungenhälften sind mit ihrer bezahnten Fläche vor den Mund des Thieres getreten und in ganzer Ausdehnung sichtbar[16]). Die dorsale Fläche schaut nach vorn und etwas nach unten, die ventrale dementsprechend nach hinten und etwas nach oben. Die Spitzen der hintern Zahnreihen sind nach vorn oben und medianwärts gegeneinander gerichtet und zugleich medianwärts gegeneinander genähert[17]). Experimente an der todten Myxine ergeben, dass das Haftband mit dieser Endstellung der Zungenplatten seine höchste Spannung gerade erreicht hat, dass es nunmehr die nothwendige Function der Fixation des hintern Endes der Platten übernimmt. Jedenfalls kann die Nachahmung der Muskelthätigkeit am todten Thiere vorgenommen werden, ohne auf die von J. Müller erwähn-

16) S. Fig. 10 u. 11.

17) Diese Stellung der Zähne ist bereits von Gunerus (s. Einleitung) am lebenden Thiere beobachtet worden. Er sagt (vergleich. Anatomie der Myxinoiden v. Müller Band I, S. 188) wörtlich: „Am schönsten liess es, wenn er aufing seine Kiefer (d. i. Zungenplatten) aus beiden Seiten hervorzuschieben und zwo Reihen gelber Zähne herzuweisen, die zugleich mit dem Zahnfleisch sehr genau wie zween kleine und sehr feine gelbe Kämme anzusehen waren. Wenn er diese seine gelben Zähne zum Vorschein brachte, so liess es fast ebenso, als wenn man einen Spiegel oder einen Schrank mit zwei halben Thüren öffnet, also dass jede Thüre auf ihre Seite fällt.“ — W. Müller hat lebende Myxinen im Momente der erwähnten Zungenstellung (s. Einleitung) in Weingeist getödtet und Gelegenheit geboten, das Phänomen auch am todten Thiere zu beobachten. (Die gegebenen Abbildungen, Fig. 10 u. 11 geben die Zungenstellung, wie sie an mehreren Exemplaren in gleicher Weise zu beobachten waren, in sehr getreuer Copie wieder.) Die Muskelaction selbst spielt nach W. Müller's Beobachtungen am lebenden Thiere schnell, kräftig und unter eigenthümlichem Geräusche ab. — Bei Bdellostoma scheint nach J. Müller's Beschreibung die erwähnte Endstellung der Zungenplatten vor die Mundöffnung nicht ausführbar. Der Hauptgrund liegt aber offenbar weder in dem Mangel von Muskeln, welche „den hintern Theil der Zunge erheben“ (dieselben sind, wie noch im Texte erörtert werden wird, durch die Configuration des vordern Mundrandes sowie durch die Insertion der beiden Copulo-glossi an den vordern Zungenknorpeln ersetzt) noch in der Existenz eines unnachgiebigen Haftbandes, sondern ist zu suchen einmal in der Verwachsung der Sehne des Copulo-glossus superfic. im Bereich der Umschlagsstelle mit der Mundschleimhaut (dies scheint auch Müller mit den Worten: „die Zunge ist mit ihrem vordern Rande durch die Vorzieher festgehalten“ auszudrücken) dann aber auch in der Beschaffenheit des Zungenskelets von Bdellostoma, wo die starren knorpligen Commissuren der gegenseitigen Näherung und dem Zusammenklappen der Platten einen bedeutenden Widerstand zu setzen scheinen.

ten Hemmnisse von Seiten des Retinaculums (s. Anm. 17) zu stossen. — So lange die Zungenplatten die Mundhöhle passiren, berühren sich ihre bezahnten Flächen. Dies wird erzielt durch die Action des Copulo-palatinus (s. u. N. 19) d. i. die seitliche Verengerung der Mundhöhle. Durch diesen Act wirkt also der letztgenannte Muskel als Unterstützer der Vorzieher der Zunge. Damit steht im Einklang die erwähnte Fixation der Platten vor dem Munde durch den Mundrand selbst. Das Rückwärtsgleiten der Zungenplatten kann neben der seitlichen Compression des Mundrandes die ununterbrochene Contraction der Vorzieher der Zunge hindern. Als Antagonist der Copulo-palatinus fungirt der Copulo-quadratus profundus[18]) (s. u. N. 22), der die Mundhöhle wieder seitlich erweitert und somit (bei Erschlaffung der Copulo-glossi) die Rückpassage der Zungenplatten ermöglicht. In gleichem Sinne wird der Hyo-copulo-glossus vermittelst des Haftbandes wirken, indem er dieses und somit die Platten selbst nach hinten zu ziehen bestrebt sein wird (s. die Function der folgenden Muskeln).

16. Copulo-copularis.

Müller: Hohler äusserer Muskel der Zunge[19]).

Ueberaus kräftige, ca. 4 Cm. lange, über 1 Cm. breite plattcylindrische hohle Muskelmasse, welche mit den beiden folgenden sich bis an das erste Kiemenpaar erstreckt. Sie liegt zwischen dem Oesophagus und dem System der Rumpfmuskulatur, hat also die Kiemen nach rückwärts verdrängt. Die Fasern des Muskels entspringen zunächst vom lateralen und untern Umfang des Endstücks der Copula, eine kurze Strecke hinter dem hintern Rand der hintern Copularlamellen beginnend und sich in einer schräg nach unten, hinten und medianwärts verlaufenden Linie bis zur Spitze fortsetzend. Hinter dieser übernimmt eine mediane, von der Spitze des Endstücks ausgehende, ventrale Raphe den Ursprung. Letztere geht kurz vor den Kiemen in ein längsgestelltes Knorpelstäbchen über, von dessen vorderem Ende die letzten Muskelbündel entspringen. Die Fasern verlaufen im vordern Abschnitt

18) Vorgegriffen, weil die Function dieser beiden Muskeln nicht gut getrennt von jener der Copulo-glossi betrachtet werden konnte.

19) Müller beschreibt diesen und die beiden nächsten Muskeln bei Bdellostoma sehr ausführlich. Abgesehen von einzelnen, nicht nennenswerthen Modificationen, betreffend die Ausdehnung und Insertionsverhältnisse, stimmt seine Beschreibung mit der vorliegenden überein, nicht aber seine Angaben über die Function (s. Anm. 20).

des Muskels ringförmig senkrecht nach oben, weiter rückwärts gleichzeitig etwas nach hinten, so dass der hintere Rand schräg von oben und hinten nach unten und vorn abgeschnitten erscheint.

Querschnitte des Muskels ergeben, dass die seitlichen Parthien seiner Wand beträchtlich an Dicke vor den mehr dorsal- und ventralwärts gelegenen Abschnitten vorherrschen. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, dass nicht alle die Wand herstellenden Muskelfasern einen vollständigen Halbring beschreiben können. Es sind dies vielmehr nur jene, welche die innerste Schicht der Muskelwand zusammensetzen. Weiter lateralwärts entspringen resp. inseriren die allmählich kürzer werdenden Bündel in schichtweiser Auflagerung nach aussen von resp. an der äussern Fascie des Muskels. Das successive Abrücken von Ursprung und Insertion derselben nach aussen bedingt die halbmondförmige Gestalt des Querschnitts.

Die erwähnte derbe Muskelfascie überragt den hintern Rand des Muskels, um selbstständig in Form eines nach hinten geschlossenen, das kolbige hintere Ende des folgenden Muskels einschliessenden Sackes, sich fortzusetzen.

Die circulären Fasern des Muskels inseriren sich an einer dorsalen, in der Mittellinie verlaufenden, vorn äusserst schmalen nach hinten bis 4 Mm. breiten dünnen, aber festen Raphe.

Der Binnenraum des Muskels besitzt im Allgemeinen einen runden Querschnitt, dessen Durchmesser am Beginn etwa 1 Mm., am Ende reichlich 5 Mm. misst, ist also konisch nach hinten erweitert. Vorn geht er unmittelbar in die Halbrinne des Endstücks der Copula über. Letztere wird ihrerseits fortgesetzt von einem dorsalwärts offnen Halbkanal, dessen Boden die dorsale Fläche der hintern Copularlamellen, dessen seitliche Wände 2 von diesen entspringende nach oben ragende sehnige Leisten bilden. In dem ganzen Halbkanal, der sich bis zum hintern Rande der Zungenplatten erstreckt, spielt die Sehne des folgenden Muskels.

Function s. u. N. 18.

17. Longitudinalis linguae.

Müller: Innerer Längsmuskel der Zunge.

Sehr langer und kräftiger im Hohlraum des Copulo-copularis lagernder, runder, nach hinten konisch verdickter Muskel nahezu von denselben Dickendimensionen wie der Binnenraum des vorigen. Er lässt sich in seinem hintern Abschnitte ohne gewaltsame Spaltung der Längsfasern in 2 mit ebener Fläche an einander grenzende Hälften zerlegen, welche nach hinten in einander bogenför-

mig übergehen. Dicht vor dieser bogenförmigen Commissur lagert wie ein Stab durch die Schleife gezogen, der folgende Muskel. Im hintern Abschnitt zeigt der Längsmuskel Adhärenzen mit der verbreiterten dorsalen Raphe des Copulo-copularis und dem erwähnten knorpligen Stäbchen, so wie mit den Seitenrändern einer dorsal gelegenen ebenfalls längsgestellten ovalen Knorpelplatte, die dicht unter der dorsalen Raphe liegend, dem folgenden Muskel zum Ansatz dient.

Nach vorn gehen die Muskelfasern successive von innen nach aussen nach Art eines doppelgefiederten Muskels in eine runde lange und starke Sehne über, welche in dem beschriebenen Halbkanal vorwärts läuft, um sich in eine mediane und 2 laterale Portionen unter fächerförmiger Ausbreitung zu spalten. Erstere inserirt sich am hintern Rande der hintern Zungenknorpel, mit der Sehne des Copulo-glossus profundus in der erwähnten Weise zusammenhängend. Letztere ziehen über den hintern Knorpel hinweg, um ihren Ansatz an dem hintern Rande der vordern Knorpelplatten zu finden.

Function s. u. N. 18.

18. Perpendicularis.

Müller: Innerer senkrechter Muskel der Zunge.

Ein im Verhältniss zu den beiden vorigen wenig kräftiger, keilförmiger (mit nach vorn gewandter Schärfe) Muskel. Seine Fasern entspringen am ventralen Knorpelstabe, laufen innerhalb der hintern Schlinge des Längsmuskels nach oben und etwas nach vorn um sich an der ventralen Fläche der dorsalen Knorpelplatte zu inseriren.

Function (v. N. 16—18). Der Hohlmuskel und Längsmuskel sind Antagonisten. Dieser besorgt fast ausschliesslich das Zurückziehen der vor den Mundrand gestellten Zungenplatten, jener ist ein mächtiger Unterstützer der Vorzieher der Zunge (s. N. 14 und 15). — Der senkrechte Muskel besorgt die Fixation des Längsmuskels an dessen hinterm Ende. Durch die Contraction des Hohlmuskels wird zunächst der Hohlraum derselben erheblich verengt; dieser Volumenreduction muss natürlich auch der Längsmuskel folgen, dessen Verkleinerung im Querschnitt zur Verlängerung des Muskels d. h. (da sein hinteres Ende fixirt ist) zu einer Vorwärtsbewegung der Sehne in dem engen vordern Abschnitt des Canals und Halbcanals führen muss[20]). Es werden also durch

20) Müller lässt diese Wirkung des Hohlmuskels unentschieden bleiben

Contraction des Hohlmuskels die Zungenplatten in die Tendenz der Vorwärtsbewegung gesetzt, die ihrerseits activ durch die Vorzieher der Zunge besorgt wird. Das Entgegengesetzte tritt ein bei Contraction des Längsmuskels, die stets von einer Erschlaffung des Hohlmuskels und der Vorzieher der Zunge begleitet sein muss. Dann werden die auf den untern Mundrand gestellten Zungenplatten in die Mundhöhle zurückgezogen, so weit, bis das dem Hyo-copulo-glossus angehörige Retinaculum seine höchste Spannung erreicht haben wird. Der Längsmuskel findet in den ersten Phasen der Bewegung einen Genossen im Hyo-copulo-glossus (s. N. 13 und 15). Sobald jedoch die Insertion des Retinaculums an den Zungenplatten den vordern Rand des Hyo-copulo-glossus erreicht hat, geht die Wirkung dieses verhältnissmässig kleinen Muskels verloren, weil er nun nicht mehr vermag, durch Spannung des Haftbandes und Ziehen an demselben die Platten nach rückwärts zu bewegen. Von jetzt an übernimmt das Haftband eine passive Rolle. Indem es nämlich jetzt seinen Stützpunkt an der Sehne des Hyo-copulo-glossus findet, giebt es mit dieser zugleich ein Hinderniss für eine zu weite Rückwärtsbewegung der Zungenplatten ab. Der höchste Spannungsgrad der Sehne sammt Haftband ist nach Experimenten am todten Thiere erreicht, wenn der hintere Rand der Zungenplatten $^1/_2$ Cm. vor der Insertion des Hohlmuskels am Endstück der Copula steht[21]). Weiter kann die Zunge nicht rückwärts bewegt werden.

Die active Wirkung des senkrechten Muskels wird sein eine Compression des hintern Endes des Längsmuskels, zunächst in der Richtung von oben nach unten, dann aber auch in Folge der Spannung der hintern Fascienkappe des Hohlmuskels (die mit

und neigt der Ansicht, dass die Hauptfunction des Hohlmuskels darin bestehe, durch *Compression des contrahirten* (!) Längsmuskels die Zunge dauernd in der zurückgezogenen Stellung zu erhalten. Er beurtheilt also den Hohlmuskel als Unterstützer des Längsmuskels. Schon der Umstand, dass der *erschlaffte* Längsmuskel fast ganz den Binnenraum des *erschlafften* Hohlmuskels ausfüllt, dass somit bei Contraction des ersteren die Dickenzunahme des Muskels eine Erschlaffung, wenn nicht Dehnung des Hohlmuskels bedingt, niemals aber eine Contraction des letzteren gestattet, lässt aus mechanischen Gründen die Annahme MÜLLER's unmöglich erscheinen, ganz abgesehen von der *Unzweckmässigkeit der Compression eines contrahirten Muskels behufs Verstärkung seiner Wirkung.*

21) Geht man von der einer Erschlaffung sämmtlicher Muskeln entsprechenden Stellung der Zungenplatten aus, wie sie Fig. 12 darbietet, so ist immer noch eine Excursion von ca. 1 Cm. nach hinten gestattet. (Fig. 12 repräsentirt eine reichlich 4fache Vergrösserung.)

Ursprungs- und Insertionsstelle des senkrechten Muskels verbunden ist) eine allseitige Compression des hintern Längsmuskelsabschnitts. Es unterstützt also oder ersetzt vielmehr der senkrechte Muskel den Hohlmuskel in dessen hinterster Parthie, wo ihm die Muskelfasern abhanden gehen.

Er erübrigt noch, die Bedeutung der Vorzieher der Copula (s. N. 20 und 21) für die Zungenbewegung klar zu legen. Es ist in dem Vorschieben des untern Mundrandes ein begünstigendes Moment für die rückläufige Bewegung der Zunge gegeben, indem, sobald einmal letztere eingeleitet, ein Emporgleiten der untern Flächen der Zungenplatten auf den Boden der Mundhöhle beschleunigt wird.

Alle diese auf die Kaufunction der Myxine bezüglichen Momente der Muskeltthätigkeit innerhalb des Locomotionsapparates der Zunge (die sämmtliche Zähne bis auf den Gaumenzahn trägt) stehen in vollkommnem Einklang mit der Art, wie das Thier, nachdem es sich einmal an die Nahrung festgesaugt hat, diese in den Schlund weiter befördert. Stehen die Zungenplatten vor dem untern Mundrand, ist aussderdem das Ethmoid und mit ihm der obere Mundrand zurückgezogen (durch Dorsalflexion des Ethmoids, s. N. 3) so muss bei Contact der jetzt am meisten nach vorn stehenden bewaffneten Zungenflächen mit der Nahrung diese durch die rückläufige Bewegung der Zungenplatten vermittelst der einander entgegenstehenden Zähne gefasst und zwischen den zusammengeklappten Platten in die Mundhöhle und in den Pharynx gezogen werden[22]). —

IV. Muskeln, welche den Kieferbogen mit dem Zungenbeinbogen verbinden.

19) Copulo-palatinus (Cp, Fig. 4. 5. 8).
20) Hyo-copulo-palatinus (Hcp, Fig. 5. 6. 8).
21) Copulo-quadratus superficialis (Cqs, Fig. 5. 6. 8).
22) Copulo-quadratus profundus (Cqpr, Fig. 4. 5. 6. 13).

Sämmtlich platte Muskelstrata, von denen die ersten drei schräg von oben und vorn nach unten und hinten laufen (s. Fig. 5) und nach Ablösung der Rumpfmuskulatur sofort zum Vorschein kommen, während der Copulo-quadratus-profundus (von entgegengesetztem Verlauf der Fasern) grösstentheils von ihnen gedeckt wird.

22) Nach Müller sollen ausserdem die Zähne feilend und kratzend auf die Beute wirken, nachdem der Gaumenzahn in sie eingesetzt hat.

Innervation. Der Hyo-copulo-palatinus und der Copulo-quadratus superficialis werden vom Facialis, die beiden andern vom Trigeminus (R. maxillaris) versorgt.

19. Copulo-palatinus.

MÜLLER: Heber des Zungenbeins[23]).

Platter, wenig kräftiger Muskel. Entspringt von dem vordern Gaumenleistenfortsatz gegenüber dem Palato-ethmoidalis profundus. Seine Fasern ziehen leicht divergirend bogenförmig nach unten und hinten, schlagen sich frei um das laterale Copularstück und inseriren sich an der ventralen Fläche der medianen Copularlamelle nahe der Mittellinie, etwa im Bereich der vordern 3 Viertel.

Seine Function ist eine doppelte, je nachdem der vordere Gaumenleistenfortsatz fixirt ist oder nicht. In letzterem Falle wirkt er einfach als Antagonist des Palato-ethmoidal. profund., indem er die Einbuchtung des Tentakelringes nach innen durch Herabziehen des vordern Gaumenleistenfortsatzes aufhebt. Anders, wenn der fixirte Gaumenleistenfortsatz die Rolle des Punctum fixum übernimmt. Dann wird der Muskel die lateralen Copularlamellen einander medianwärts nähern (bei doppelseitiger Wirkung) und somit die Mundhöhle seitlich comprimiren. Hierdurch schafft er für die Passage der Zungenplatten in der Mundhöhle günstige Bedingungen (s. d. Function v. N. 15).

20. Hyo-copulo-palatinus.

MÜLLER: Vorderer Vorzieher des Zungenbeins.

Viel breiterer und kräftigerer Muskel als der vorige. Er entspringt vom vordern Gaumenleistenfortsatz, die Lücke zwischen dem Ursprung des vorigen und dem vordern Ende des Palatinums ausfüllend, meist mit einigen Bündeln auf letzteres selbst noch übergreifend[24]). Seine Fasern laufen stark divergirend nach unten

23) MÜLLER lässt alle Muskeln dieser Gruppe an der Copula ihren Ursprung nehmen und am Kieferbogen sich inseriren, trotzdem letzterer als Punctum fixum fungirt.

24) Bei einigen Exemplaren findet sich noch ein hinterer Abschnitt des Muskels, von parallel laufenden Bündeln hergestellt, welche an der Fascie des Copulo-quadrat. profund. (s. Fig. 5) entspringen und nach unten und hinten allmählich spurlos mit den vordern Bündeln verschmelzen. — Bei Bdellostoma inserirt sich dieser Muskel an dem „vordern Ende der Gaumenleisten“. Sein „Ursprung“ (s. Anm. 23) scheint hier etwas reducirt zu sein, indem er die vordere laterale Copularlamelle nicht mehr erreicht und vom Hyoid nur „noch etwas“ entspringt.

und rückwärts um sich breit am hintern Viertel der lateralen Copularlamelle, ferner an der hintern in deren ganzer Ausdehnung, endlich am vordern Rande der untern Hälfte des Hyoids zu inseriren.

Von seiner Function gilt zunächst dasselbe wie von jener des vorigen Muskels, mit der Maassgabe, dass die Hauptaction in einer Vorwärtsbewegung der Copula d. i. des untern Mundrandes zu suchen sein wird.

21. Copulo-quadratus superficialis[25]).

Müller: Hinterer Vorzieher des Zungenbeins.

Etwas länger, aber schmäler als der vorige, hinter diesem lagernd. Entspringt am untern Rande des Quadratum, zum Theil auch noch von der Fascie des Copulo-quadratus profundus. Seine Fasern laufen, nur wenig divergirend nach hinten und unten, um ihren Ansatz am seitlichen Umfang des Endstücks der Copula zu nehmen, etwa im Bereich deren 2. Viertel.

Function. Unterstützt den vorigen in seiner Wirkung.

22. Copulo-quadratus profundus.

Müller: Zurückzieher des Zungenbeins.

Flacher, breiter, nicht unkräftiger Muskel, grösstentheils unter dem vorigen gelegen, mit seiner medianen Fläche theilweise an die Schleimhaut des Mundes angrenzend. Entspringt am untern Rande des Quadratums in dessen ganzer Ausdehnung, ausserdem noch vom obern und vordern Abschnitt des Zungenbeinbogens. Seine Fasern ziehen leicht bogenförmig nach unten und vorwärts, ziemlich parallel laufend, um sich am lateralen Rande der lateralen Copularlamelle fast in ganzer Ausdehnung und an dem der hintern in Bereich des vordern Drittels zu inseriren.

Function. Zieht, als Antagonist der 3 vorigen Muskeln, den vordern Mundrand rück- und aufwärts und erweitert die Mundhöhle seitlich auf Kosten ihrer Höhe (s. N. 15). —

---

25) Diesen Muskel habe ich bei einzelnen Exemplaren nur in Form eines ganz unansehnlichen grösstentheils durch Bindegewebe repräsentirten Streifs, bei einem gar nicht angetroffen. — Bei Bdellostoma, wo er constant vorzukommen scheint, ist er in seiner „Insertion" (s. Anm. 23) bedeutend nach vorn geschoben, indem er sich am Rande der Gaumenleiste anheftet. Aus demselben Grunde hat er auch seine Beziehungen zur Fascie des Copulo-quadratus profund. verloren.

V. Muskeln des Schlundsegels.

23) Velo-quadratus (Vq, Fig. 9).
24) Velo-spinalis (Vsp, Fig. 9).

Ersterer erhält einen Zweig vom Ram. ext. des Maxillaris[26]).

23. Velo-quadratus.

MÜLLER: Anzieher des Schlundsegels[27]).

Mässig kräftiger Muskel von rhomboidaler Gestalt, ausgezeichnet durch die Grobheit seiner Bündel. Entspringt zum grössten Theil vom Quadratum von der hintern Grenze der Gaumenleiste bis nahe an die Basis der Gehörkapsel; einige Fasern greifen noch auf den seitlichen Rand der Vomerinplatte über. Der Muskel zieht schräg nach aussen und rückwärts, um seine Insertion am Schlundsegelhalter zu finden und zwar vom Köpfchen (Apophysis muscularis MÜLLER's) herab bis zum Ursprung der Querspange. Die Insertion beschreibt im Allgemeinen ein dorsalwärts convexen Bogen, derart, dass der Muskel an seiner ventralen Fläche eine rinnenförmige Auskehlung[28]) darbietet, die besonders deutlich in hintern Abschnitt des Muskels hervortritt. Im Bereich dieser Rinne bildet die überziehende Schleimhaut eine flache Duplicatur.

Function. Zieht die Schlundsegelhalter, mithin das Schlundsegel selbst (bei doppelseitiger Wirkung) gegen die Nasengaumenöffnung an, welche hierdurch geschlossen wird.

---

26) Den Nerv für den unansehnlichen Velo-spinalis habe ich nicht finden können, wenn er nicht einem äusserst dünnen Fädchen, das sich vom Muskelast des ersten Schlundsegelmuskels ablöst, dessen Natur ich nicht einmal mit Hülfe des Mikroskops habe erkennen können, entspricht. MÜLLER hat ihn sogar bei dem grössten Exemplare dieser Gattung (Bdellostoma heterotrema) übersehen.

27) MÜLLER erwähnt 2 Insertionsportionen dieses Muskels, von denen die erste ihren Ansatz an der Apophysis muscularis, die andere am Halter des Schlundsegels findet. Bei Myxine ist die Insertion ganz continuirlich; somit wird auch für Myxine die Function einer lateralen Portion als Antagonisten der medianen wegfallen müssen. Auch der Ursprung des Muskels zeigt nach der Abbildung MÜLLER's keine Differenzen bei Bdellostoma, indem er hier zum grössten Theil von der Gaumenleiste stattfindet. Die Reduction der knorpligen starren Vomerinplatte von Bdellostoma zu einer dünnen biegsamen Lamelle bei Myxine erklärt, warum bei letzterer nur ein ganz geringer Theil der Muskelbündel vom Vomer seinen Ursprung nimmt.

28) Auf der Abbildung, wo das Muskelstratum auseinander gezogen, kaum angedeutet.

24. Velo-spinalis.

Müller: Spanner des Schlundsegels.

Kleiner schmaler Muskel, der vom Köpfchen des seitlichen Schlundsegelhalters entspringend rück- und medianwärts läuft, um sich am lateralen und untern Umfang der Wirbelsäule eine kurze Strecke hinter den Gehörkapseln zu inseriren.

Function. Zieht das Köpfchen des Schlundsegelhalters nach einwärts und hinten, somit den Halter selbst nach vorn und aussen. Dadurch wird das Velum seitlich gespannt. —

Ich schliesse hier einen rudimentären vom Schädel entspringenden und am Zungenbeinbogen sich inserirenden, vom Facialis innervirten Muskel an, da er in die genannten Gruppen sich nicht unterbringen lässt.

25. Cranio-hyoideus.

Müller: Erster Schlundconstrictor[29]).

Unansehnliches Muskelbündel, dessen Fasern vom seitlichen Umfang des Schädels dicht hinter der Gehörkapsel entspringen, in leichtem Bogen abwärts unter den obern Abschnitt des Zungenbeinbogens aber über dessen untern hintern Fortsatz tretend zwischen dem oberflächlichen und tiefen Copulo-quadratus hindurchziehen, um sich am vordern Rande des Hyoids, nahe dessen Ansatz an die Copula zu inseriren.

Eine Function dieses kleinen Muskels wird gegenüber der Fixation des Hyoids an der mächtigen Copula kaum in Frage kommen.

Seine Existenz giebt jedoch wichtige Anhaltspunkte für die Annahme einer secundären Verschmelzung des Zungenbeinbogens mit dem Schädel. Höchstwahrscheinlich ist er ein Rudiment eines Muskels der der Locomotion des Zungenbeinbogens gegen das Cranium vorgestanden zu einer Zeit, wo eine freie Beweglichkeit jenes mit diesem bestand. Mit der Verschmelzung des Bogens ein Mal mit dem Schädel, das andere Mal mit dem mächtig entwickelten Copularapparate musste in Folge der Unmöglichkeit der Bewegung des Bogens gegen den Schädel eine Rückbildung des betreffenden Muskels erfolgen. —

29) Diese Bezeichnung ist nicht zulässig, da der Schlundverengerer vom Vagus innervirt wird. Vorliegender Muskel hat mit der Schlundmuskulatur gar Nichts zu thun. Letztere s. im vergleichenden Theile. —

§ 3.

Trigeminusgruppe von Myxine glutinosa.

1) Trigeminus[1]).

Der Stamm des Trigeminus verlässt die Schädelhöhle durch eine hinter dem Foramen opticum gelegene ovale Oeffnung und zerfällt sofort in 2 Hauptäste, den Ramus superior s. Ophthalmicus und den Ramus inferior s. Maxillaris. Ersterer tritt über den subocularen Bogen des Quadratums, letzterer geht unter demselben hinweg.

I. Ophthalmicus (I, Fig. 4)[2]).

Verläuft über dem subocularen Bogen nach vorn und lateralwärts, giebt zunächst dicht hinter seinem Ursprunge ab den

1) Ram. cutan. sup. post. (1, Fig. 4. 7). Dringt sofort direct nach aussen und oben, die sehnige Inscription zwischen der Dorsalportion des Seitenrumpfmuskels und dem Tentacularis post. durchbohrend. Auf diese Weise gelangt er unter die Haut, die er im Bereich des seitlichen Kopfumfangs versorgt, ziemlich parallel mit dem Ram. cutan. sup. ant. verlaufend. Seine Aeste können bis in die Gegend des 3. Tentakels verfolgt werden.

Der Stamm des Ophthalmicus tritt hierauf unter dem Opticus[3]) hinweg, um sich in folgenden Zweigen zu erschöpfen:

2) Ram. cutan. sup. ant. (2, Fig. 4. 7). Verläuft nach oben und lateralwärts gegen die innere Fläche des Tentacularis post., durchbohrt diesen Muskel, ohne ihm Zweige zu geben (s. § 2, I) und gelangt ebenfalls unter die Haut an die Seitenfläche des Schädels, wo er sich über dem Cutan. sup. post. verbreitet. Einzelne Endästchen dringen bis gegen die Basis der beiden ersten Tentakel.

1) Der Trigeminus ist von J. Müller an Bdellostoma heterotrema sehr erschöpfend beschrieben worden. Da er von dem der Myxine nur in sehr wenigen Punkten abweicht, bietet die vorliegende Beschreibung wenig Neues, durfte aber nicht unterbleiben, um den durch die abweichende Nomenklatur und die Verschiedenartigkeit der Zusammenfassung der einzelnen Zweige bedingten Schwierigkeiten der Orientirung vorzubeugen. Sie trägt hauptsächlich der Muskelinnervation Rechnung.

2) Müller: Obere Aeste, welche über der Gaumenleiste bleiben. Er fasst den Cutan. sup. post. als selbstständigen Ast auf und beschreibt den übrigen Stamm als Ram. sup. ant.

3) Bei Bdellostoma läuft der Stamm des Ophthalmicus über den Opticus.

3) Ram. nasalis (3, Fig. 4). Schlägt sich nach innen und oben, um sich an der Nasenkapsel und dem Nasenrohre zu verzweigen.

Nach Abgabe dieses Zweiges tritt der Stamm zwischen den Nasalis und den Palato-ethmoid. superfic. dicht neben dem Nasenrohre nach vorwärts, um weiter abzugeben

4) einen dünnen Muskelzweig zum Nasalis (4, Fig. 4) an dessen hintersten Abschnitt eintretend,

5) einen kräftigeren Muskelzweig (5, Fig. 4), der, weiter nach unten verlaufend, in die ventrale Fläche des Palato-ethmoidalis superfic. eintritt und sich in diesem auflöst [4]) und

6) einen langen dünnen Zweig (6, Fig. 4), die Fortsetzung des Stammes, der an der Seite des Nasenrohrs nach vorn läuft und, nachdem er den vordersten Muskeln des Tentakelkranzes und des Nasenrohrs (Tentacul. ant., Tentaculo-ethmoid., Transvers. oris und Ethmoideo-nasal.) Zweige gegegeben, an der Basis des 1. Tentakels und an der vordern Nasenöffnung endet. —

II. Maxillaris (II, Fig. 9. 13).

Tritt unter dem subocularen Bogen des Quadratum nach vorn und lateralwärts, um alsbald in 2 Aeste, einen äussern und innern zu zerfallen [5]).

A. Ramus externus (II[1] Fig. 13).

Zerfällt fast in gleichem Niveau mit der Abgangsstelle des Ram. int. in 3 Aeste, einen vordern, mittleren und hintern.

a) Ramus anterior (7, Fig. 9. 13).

Tritt zwischen die beiden Ursprungsköpfe des Palato-corona-

4) Bei Bdellostoma scheint dieser Zweig zum Theil der Endverbreitung des letzten zu übernehmen. Wenigstens lässt Müller den Ram. sup. vom Ram. sup. ant. den Zurückzieher des Mundes und die „oberen kleinen Mundmuskeln“ versorgen und oberflächlich an der Nasenöffnung enden.

5) Müller beschreibt die Aeste des Maxillaris als „Aeste, welche unter der Gaumenleiste sich verbreiten“ und sondert diese in vier:

1) Ram. inf. ant.
2) Rami palatini.
3) Ram. hyoideo-dentalis.
4) Ram. lingualis.

Von diesen entspricht nur der Ram. lingualis unserm Ram. int.; alle übrigen sind als Ram. ext. zusammengefasst worden, um im vergleichenden Theile Schwierigkeiten der Orientirung auszuweichen.

rius[6]), um in einen oberflächlichen stärkeren und tiefen schwächeren Zweig zu zerfallen.

1) Ramus superficialis (8, Fig. 4). Ziemlich kräftiger Nerv, der sich nach Vereinigung der beiden Köpfe auf die dorsale Fläche des Palato-coronarius schlägt, einen nach unten und vorn verlaufenden Muskelzweig an den Copulo-palatinus abgiebt und nach innen vom vordern Gaumenleistenfortsatz und seinen Muskeln vorwärts läuft, unter den Tentacularis post. gelangt und hier in eine schwankende Zahl (2—4) von Endzweigen zerfällt, die im 2. und 3. Tentakel enden.

2) Ramus profundus (9, Fig. 6). Versorgt in seinem Verlaufe zwischen den beiden Köpfen des Palato-coronarius dieselben mit mehreren dünnen Zweigen, verläuft hierauf zwischen Gaumenleiste und Ram. superfic. nach vorn und gelangt unter den Palato-ethmoidalis prof., dessen ventraler Fläche er einen Zweig zuschickt. Die Fortsetzung des Stammes zerfällt endlich in 2 Zweige, von denen der eine den Copulo-tentaculo-coronarius und Copulo-ethmoidalis[7]), der andere die Haut in der Gegend des 4. Tentakels versorgt[8]).

b) Ramus medius[9]).

Zerfällt in 2 Gruppen von Zweigen, von denen die eine die Gaumenschleimhaut, die andere den Quadrato-palatinus und die Muskulatur des Schlundsegels versorgt.

1) Rami palatini[10]). Zahlreiche feine Aestchen, welche sofort in den Schleimhautüberzug der Gaumenleisten und Vomerinplatte eintreten, im Allgemeinen nach hinten, vorn und medianwärts steuern und zum Theil sich bis nahe an die vordere Verschmelzungsstelle der Gaumenleisten verfolgen lassen[11]).

---

6) Bei Bdellostoma durchbohrt nur der tiefe Ast den Palato-coronarius, während der oberflächliche an dessen äusserer Seite vorwärts läuft.

7) Von Müller nicht besonders angeführt.

8) Auf der Abbildung nicht dargestellt.

9) Müller: Rami palatini, trotzdem nur ein Theil derselben diesen entspricht.

10) Auf der Abbildung nicht dargestellt.

11) Müller ist es bei Bdellostoma heterotrema gelungen, einen dieser sensiblen Aeste durch „die fibröse Haut zwischen mittlerer Gaumenplatte und seitlicher Gaumenleiste" bis in die Gegend des Gaumenzahns zu verfolgen; er lässt ihn zum Theil im Gaumenzahn selbst enden. Bei Myxine verschwanden die meisten dieser Aeste sehr bald unkennbar in der Schleimhaut, und war es mir nicht möglich, trotz dauernder Behandlung mit verdünnten Lösungen von Acid. pyrolignos. die Angaben Müller's auch für Myxine zu bestätigen.

2) Rami musculares. Zwei dünne Fädchen, von denen der eine sich nach hinten schlägt, um sich im Velo-quadratus zu verästeln (10, Fig. 9) der andere um das Quadratum nach aussen zieht, um in den Quadrato-palatinus einzutreten (11, Fig. 9). Bei einigen Exemplaren schien mir der erstere auch ein Fädchen an den Velo-spinalis abzugeben[12]).

c) Ramus posterior (12, Fig. 9. 13)[13]).

Breiter, kräftiger Nerv, der sich um die ventrale Fläche des Quadratums nach aussen schlägt und den Quadrato-palatinus in dessen ganzer Dicke durchsetzt. Nach unten und lateralwärts verlaufend giebt er einen kräftigen Ast ab, der vorwärts laufend sich in den Copulo-quadratus einsenkt. Der Stamm selbst durchbohrt den Hyo-copulo-glossus an der Grenze zwischen Sehne und Muskelbauch, ohne jedoch dem Muskel selbst Zweige zu geben[14]), und begiebt sich hierauf wieder nach oben, in dem Haftband und zwar in dessen medianer Lamelle verlaufend, um die Schleimhaut und Zähne der Zunge zu versorgen[15]).

B. Ramus internus[16]) (II² Fig. 9. 13).

Sehr langer aber weniger kräftiger Nerv, als der Ram. ext. Er schlägt sich um den ventralen Umfang des Quadratums zwischen dem Quadrato-palatinus und Velo-quadratus nach unten, hinten und lateralwärts und gelangt zwischen den Copulo-quadratus profund. und die Schleimhaut. Hier giebt er ab

1) Ram. pro Hyo-copulo-glosso (13, Fig. 13), der fast senkrecht gegen die ventrale Fläche des Hyo-copulo-glossus herabsteigt, sich nahe dem lateralen Rande des Muskels sich in diesen einsenkend.

2) Ram. pro Copulo-glosso superfic. et profund.[17]) (14, Fig. 5. 13), der gegen den obern Rand des Hyo-copulo-pala-

12) S. § 2 Anm. 26.

13) Müller: Hyoideo-dentalis.

14) Müller lässt auch den Hyo-copulo-glossus einen Zweig vom Ram. post. erhalten, so dass dieser Muskel doppelt (s. u. Ram. int.) innervirt wird.

15) Ausserdem zweigt sich bei Bdellostoma von der Fortsetzung des Stammes noch ein Zweig ab, der gegen den untern Mundrand läuft. Weder diesen, noch den Muskelast für den Hyo-copulo-glossus habe ich bei Myxine beobachtet.

16) Müller: Ram. lingualis.

17) Nach Müller stammt dieser Zweig bisweilen aus dem Ram. ext. und zwar aus dessen hinterm Zweige.

tinus verläuft, diesen Muskel nach seinem Ursprunge vom Hyoid und seinem obern Rande durchbohrt, auf seiner lateralen Fläche abwärts läuft, ohne ihm Zweige zu geben und endlich sich in 2 Zweige spaltet, einen stärkern medianen und einen schwächern lateralen. Letzterer versorgt den Copulo-glossus superfic., ersterer den Copulo-glossus prof., mit je einem Endzweig in seine beiden Köpfe eintretend.

Der Stamm des Ram. int. geht über der dorsalen Fläche des Hyo-copulo-glossus weiter nach hinten und medianwärts, giebt nahe dem Ansatz des Hyoids an der Copula einen

3) Ram. pro lingua (15, Fig. 13) ab, der in die Schleimhaut der Zungenplatten an deren hinterm Umfang eintritt, und gelangt selbst auf die dorsale Fläche des Endstücks der Copula (16, Fig. 13. 15) und weiter rückwärts in den Hohlraum der Copulo-copularis, zwischen dessen dorsaler Innenfläche und der Fascie verlaufend. Hier giebt er ab einen

4) Ram. ant. pro Copulo-copulari (17, Fig. 15), der sich im vordern Abschnitt des Muskels verästelt, und verläuft weiter nach hinten, mit dem der andern Seite leicht convergirend, mit welchem er sich nach Abgabe einer oder mehrerer Queranastomosen, etwa im Bereich der Spitze des Copula-Endstücks vereinigt[18]). Der gemeinsame Stamm (18, Fig. 15) läuft zwischen der dorsalen Raphe des Copulo-copularis und dessen innerer Fascie weiter nach hinten, nach beiden Seiten successive eine schwankende Anzahl von

5) Rami post. pro Copulo-copulari (19, Fig. 15) mit nach hinten und unten gerichtetem Verlauf abgebend. Weiter nach hinten zerfällt endlich der gemeinsame Stamm in 2 Endäste, deren jeder als

6) Ramus pro Longitudinali linguae et Perpendiculari (20, Fig. 15) sich in den Schenkel des Longitudinal. seiner Seite einsenkt, denselben mit mehreren Zweigen versieht und mit dem Rest und der medianen Fläche des Schenkels hervortretend sich im Perpendicularis verästelt. —

2) Facialis (VII, Fig. 5. 6).

Dünner Nerv, noch nicht von der Stärke der obern Hautäste des Trigeminus. Er verlässt die Schädelhöhle durch eine kleine

18) Bei einem Exemplare unterblieb die Verschmelzung in einen gemeinsamen Stamm; desto reicher fielen hier die Queranastomosen aus.

Oeffnung in der Seitenwand des Craniums dicht vor dem vordern Umfang der Gehörkapsel[19]). Er tritt zunächst in nach unten und hinten gerichtetem Verlauf unter die vordern obern Abschnitte des Zungenbeinbogens, wendet sich, unter diesem hervortretend am vordern Rande des Cranio-hyoideus nach unten und vorwärts und giebt sofort 2 dünne Fädchen nach hinten und rückwärts ab:

1) Ram. cutaneus[20]), der über den Cranio-hyoideus verläuft, durch den vordern Abschnitt des Seitenrumpfmuskels dringt und sich in der Haut sehr bald verliert;

2) Ram. pro Cranio-hyoideo an dem vordern Umfang des Muskels in diesen eintretend.

Der Stamm des Facialis verläuft hierauf zwischen dem oberflächlichen und tiefen Copulo-quadratus weiter nach vorwärts und unten, um nahe dem hinteren Rande des Hyo-copulo-palatinus abermals 2 dünne Zweige[21]) abzugeben:

3) Ram. pro Copulo-quadrato superfic.[22]) nach hinten zur medianen Fläche des Muskels verlaufend,

4) Ram. pro Hyo-copulo-palatino, sich nach rückwärts schlagend, um an der hintern Kante des Muskels einzutreten. Die Fortsetzung des Stammes verläuft endlich als dünner Faden auf der Innenfläche des Hyo-copulo-palatinus nach vorn, tritt am vordern Rande dieses Muskels auf die Aussenfläche des Copulo-palatinus, um sich mit mehreren Zweigen in der Haut bis zur Gegend des 3. und 4. Tentakels zu verbreiten. Einige dieser Zweige verbinden sich hier mit den Endverzweigungen des Ram. cutan. sup. post. vom Ophthalmicus[23]).

---

19) Vor dem Austritt aus der Schädelhöhle schien er Müller ein Aestchen in das Labyrinth abzugeben (s. § 5 Anm. 23).

20) Auf der Abbildung nicht dargestellt. Müller hat diesen Zweig nur vermuthet.

21) Auch diese Zweige sind von Müller nicht mit Gewissheit erkannt, trotzdem sie bei Bdellostoma heterotrema verhältnissmässig kräftig gewesen sein müssen.

22) Bei den Exemplaren, wo ich diesen Muskel rudimentär entwickelt oder überhaupt nicht angetroffen, fehlend.

23) Von Müller übersehen.

Schema der Muskelinnervation.

1) Trigeminus.

I. Ophthalmicus.

Tentacular-ant. (N. 2).
Tentaculo-ethmoid. (N. 3).
Transversus oris (N. 4).
Nasalis (N. 5).
Ethmoideo-nasal. (N. 6).
Palato-ethmoid. superfic. (N. 7).

II. Maxillaris.

A. Ram. ext.

Palato-ethmoid. prof. (N. 8).
Palato-coronarius (N. 10).
Quadrato-palatin. (N. 9).
Velo-quadrato-palatin (N. 23).
Velo-spinalis? (N. 24).
Copulo-tentac.-coronar. (N. 11).
Copulo-ethmoid. (N. 12).
Copulo-palatin. (N. 19).
Copulo-quadratus profund. (N. 22).

B. Ram. int.

Hyo-copulo-gloss. (N. 13).
Copulo-gloss. superf. (N. 14).
Copulo-gloss. prof. (N. 15).
Copulo-copularis (N. 16).
Longitudinal. linguae (N. 17).
Perpendicular. (N. 18).

2) Facialis.

Copulo-quadrat. superf. (N. 26).
Hyo-copulo- palatin. (N. 20).
Cranio-hyoid. (N. 25).

§ 4.
Muskeln des Kopfskelets der Petromyzonten.

Die Muskeln des Kopfskelets der Petromyzonten sondern sich in ähnlicher Weise wie jene der Myxine nach ihren Ursprungs- und Insertionsbeziehungen in 5 Gruppen:

I. Augenmuskeln.
II. Muskeln der Vorknorpel.
III. Muskeln des Zungenbeinbogens und der Zunge [1]).
IV. Muskeln des Schlundsegels.
V. Pharynxmuskeln [2]).

I. Augenmuskeln (F. 19. 20) [3]).

1) Rectus superior (Rs).
2) Rectus posterior (Rp).
3) Rectus inferior (Ri).
4) Rectus anterior (Ra).
5) Obliquus anterior (Oa).
6) Obliquus posterior (Op).

Sämmtlich kleine, platte, bis auf den letzten von der Seitenwand des Schädels entspringende Muskeln, bei Petromyz. fluviat. und Planeri [4]) in Folge starker Divergenz der Fasern mit breitem Insertionsrande versehen, bei Petromyz. marin. nur leicht divergirend und in Folge dessen verhältnissmässig schmäler, aber stärker.

Innervation: Der Obliquus post. [5]) wird vom Trochlearis, der Rect. post. und inf. vom Abducens, die übrigen vom Oculomotorius innervirt.

---

1) Muskeln des Kieferbogens existiren bei den Petromyzonten nicht.

2) Die Pharynxmuskulatur der Myxine (die nicht vom Trigeminus, sondern vom Vagus versorgt wird) s. im vergleich. Theil.

3) Meines Wissens bisher nur von Rathke angeführt. Letzterer hat zwar alle 6 gesehen, beschreibt aber den Rect. ant. als schrägen Muskel und lässt ihn gleich dem Obliq. ant. vor dem Uebergang des Palatinum in den subocularen Bogen entspringen.

4) Da sich hinsichtlich der Muskulatur keine nennenswerthen Differenzen zwischen Petromyz. fluviat. und Planeri ergeben, wird weiter unten stillschweigend unter der Bezeichnung „Petrom. fluviat." Petrom. Planeri mit einbegriffen. Ebenso werden nirgends Petrom. fluviat. und marinus eigens angeführt, wenn nicht charakteristische Abweichungen hinsichtlich der Muskeln oder Nerven bestehen.

5) Ueber die Homologie der Augenmuskeln namentlich der Obliqui s. unter „Augenmuskelnerven" (§ 5). Es erschien praktisch, dieselbe weder hier noch im vergleichenden Theile abzuhandeln, sondern sie mit den Augenmuskelnerven im Zusammenhange zu betrachten.

1. Rectus superior.

Entspringt von der Seitenfläche des Schädels, etwas hinter und unter dem Foramen opticum. Seine Fasern verlaufen nach oben und aussen[6]), um am obern Umfang des äussern Bulbusrandes seine Insertion zu finden.

Function. Dreht den Bulbus nach oben.

2. Rectus posterior.

Entspringt dicht hinter und unter dem Ursprunge des vorigen, der seinen obern Rand etwas deckt[7]). Seine Fasern laufen nach aussen und etwas rückwärts, um sich am hintern Umfange des äussern Bulbusrandes zu inseriren.

Function. Dreht den Bulbus nach hinten.

3. Rectus inferior.

Nimmt seinen Ursprung dicht unter jenem des Rectus post. und verläuft über den Obliquus post. (bei Petrom. fluv. vom untern Rande des Rect. post. etwas gedeckt) lateralwärts zugleich etwas nach hinten und unten, um sich am untern und hintern Abschnitt der äussern Bulbuscircumferenz zu inseriren.

Function. Wendet die äussere Bulbusfläche nach unten, zugleich etwas nach hinten.

4. Rectus anterior.

Entspringt in beträchtlicher Entfernung von den Ursprüngen der 3 vorigen Muskeln unterhalb und etwas vor dem Foramen opticum, da, wo die Vomerinplatte die Schädelbasis nach aussen überragt. Seine Fasern verlaufen bei Petrom. marin. unter dem Obliq. ant. diesen kreuzend nach vorn, um am vordern Umfang des äussern Bulbusrandes sich festzuheften. Bei Petrom. fluv. ist der ganze Ursprung und untere Abschnitt des Muskels vom Obliq. ant. gedeckt.

Function. Wendet den Bulbus nach vorn.

---

6) Auf der Abbildung (Fig. 19) ist die Ursprungsportion des Muskels nach unten umgeschlagen um den Eintrit des Oculomot. und dessen Lagebeziehungen zum Ophthalmicus anschaulich zu machen. Auch vom Rectus post. existirt nur noch die Ursprungsportion, um den Ram. recurrens des Facialis nicht zu verdecken.

7) Dies gilt von der Ansicht der Muskeln in ihrer natürlichen Lage, nachdem der Bulbus exstirpirt.

5. Obliquus anterior.

Der grösste Augenmuskel, der nach oben und vorn vom Ursprunge des vorigen, ziemlich in gleicher Höhe mit dem Foramen opticum, aber weit vor diesem entspringt. Bei Petrom. mar. verlaufen seine Fasern den Rect. ant. kreuzend nach hinten und unten, zugleich etwas lateralwärts, um sich dicht vor der Insertion des Rect. inf., am untern Abschnitt der vordern Bulbuscircumferenz festzuheften. Bei Petrom. fluv. verläuft er mit stark divergirenden Fasern, den Rect. ant. zum grössten Theil deckend, nach unten und aussen, eine breite dünne Insertionsaponeurose bildend, die ihren Ansatz am untern und vordern Abschnitt des äussern Bulbusrandes findet, die hinteren Parthien der Insertionen vom Rect. int. und Obliq. post. deckend.

Function. Bei Petrom. marin. dreht der Muskel den Bulbus um seine Sehaxe nach vorn, eine Wirkung die bei Petrom. fluv. in Folge der uach vorn ausgebreiteten Insertion zum grössten Theil verloren geht. Hier wird der Bulbus unter leichter Rotation um die Sehaxe nach vorn und unten gedreht werden.

6. Obliquus posterior.

Kleinster Augenmuskel mit parallel verlaufenden Fasern, die von der vordern Fläche der hintern von einer sehnigen Membran hergestellten Orbitawand entspringen und nach vorn und unten ziehend am untern Umfang des äussern Bulbusrandes sich inseriren. Bei Petromyz. marin. wird der Muskel vom Rect. inf., bei fluviat. vom Rect. post. und inf., sowie zum Theil noch vom Obliq. ant. gedeckt.

Function. Dreht den Bulbus um seine Sehaxe nach hinten.

II. Muskeln der Vorknorpel.

7) Annularis (Ae, Am, Ai, Fig. 23, 25).
8) Annulo-glossus (Agl, Fig. 27. 28).
9) Spinoso-semiannularis anterior (Spsa, Fig. 25. 27. 28).
10) Spinoso-semiannularis posterior (Spsp, Fig. 25. 27. 28).
11) Spinoso-copularis (Spc, Fig. 25. 27. 28).
12) Semiannularis (S, Fig. 23).
13) Hyomandibulari-semiannularis (Hms, Fig. 22. 23. 24).
14) Basilaris (B, Fig. 33. 25. 27. 28. 29).

Innervirt werden der Basilaris und die Spinoso-Muskeln vom Ram. internus, die übrigen vom Ram. externus des Maxillaris.

7. Annularis.

Rathke: Vordere Kopfspeicheldrüse [8]).
Born: Fleischige Lippe [8]).
Mayer: Knorpliger Mundtrichter [8]).

Mächtige, den vordern Mundrand bildende Muskelmasse, welche aus 3 Schichten von verschiedenem Faserverlauf hergestellt wird.

a) Annularis externus, die äusserste, aus Längsfasern bestehende Schicht. Sie entspringt von der äussern Kante des Ringknorpels in dessen ganzer Circumferenz. Ihre Fasern verlaufen gerade nach vorn, senkrecht gegen den vordern Mundrand, um hier ihre Insertion am Integument zu finden. Am seitlichen Umfang zeigt sich die Schicht jederseits von den Sehnen der vordern Ventralportion des Seitenrumpfmuskels und des Annuloglossus durchsetzt, welche letztere ihre Insertion am Ringknorpel finden.

Function. Verkürzt die Mundhöhle, indem sie den vordern Mundrand nach hinten zieht.

b) Annularis medius, das mächtigste Stratum mit senkrechtem Verlauf die Bündel. Letztere entspringen von der Innenfläche der äussern Schicht und verlaufen senkrecht gegen die Axe der Mundhöhle, um sich an der Aussenfläche der folgenden Schicht anzuheften.

Von seiner Function gilt dasselbe wie von jener des Transversus oris der Myxine (s. § 2 N. 4).

c) Annularis internus. Dünnste Schicht, deren Fasern ringförmig um die Mundhöhle zwischen dem vorigen Stratum und der Mundschleimhhaut verlaufen.

Function. Verengt die Mundhöhle.

Das günstigste Verhalten für das Ansaugen des Thieres ist gegeben in der gleichzeitigen Contraction der 1. und 3. Schicht, wodurch die Mundhöhle auf das geringste Volumen verengt wird, und der consekutiven (nachdem der Mundrand an die Saugfläche adaptirt ist) Erweiterung der Mundhöhle unter gleichzeitigem Abschluss derselben nach hinten durch die Zunge [9])). Die Erweite-

8) Rathke deutet die Mittelschicht dieses Muskels als Speicheldrüsengewebe. Die andern Schichten erkennt er als Muskelfasern, localisirt sie aber falsch, indem er die Ringfasern der äussern Fläche der „Drüse", die Längsfasern der innern zuertheilt. Trotzdem Born den Irrthum Rathke's berichtigt, auch die mittlere Schicht als Muskel beschreibend, lässt Mayer 8 Jahre später den Muskel auf seinen Abbildungen als Skeletabschnitt figuriren und beschreibt ihn als „knorpligen Mundtrichter".

9) S. d. Function des Longitudinalis linguae (N. 22).

rung besorgt die mittlere Schicht, welche zugleich die Steifung der Mundwände übernimmt und sie dadurch befähigt dem Druck des umgebenden Mediums Widerstand zu leisten.

8. Annulo-glossus.

Rathke: Anzieher des Knorpelringes.
Mayer: Hyo-maxillaris [10]).
Müller: Langer Vorzieher der Zunge.

Entspringt mittelst runder langer Sehne dicht neben der Insertion der ventralen Portion des Seitenrumpfmuskels am seitlichen Umfang des Ringknorpels gleich dieser die Aussenschicht des Annularis schief durchsetzend. Seine Fasern ziehen, einen langen spindelförmigen Muskelbauch bildend, nach hinten und medianwärts, gleichzeitig etwas nach unten, um ihre Insertion zwischen Copuloglossus rectus und Hyo-glossus am untern Rande des hintern stielförmigen Zungenknorpels zu finden. Der Muskel liegt dicht unter der Ventralportion des Seitenrumpfmuskels.

Function. Stösst den Zungenstiel und somit die Zunge selbst nach vorn. Bei fixirtem hintern Zungenknorpel zieht er den Ringknorpel nach hinten.

9. Spinoso-semiannularis anterior.

Rathke: Der obere Muskel des Griffelfortsatzes.
Mayer: Theil der äussern Portion des Stylo-maxillaris? [11])

Kurzer, nicht unkräftiger Muskel. Entspringt von der Oberfläche des halbringförmigen Knorpels und zwar von dessen vorderer äusserer Ecke, so wie von der Aussenfläche des dem halbringförmigen Knorpel angehörigen Seitenknorpel. Seine Fasern laufen, ziemlich stark divergirend, nach hinten und unten, um sich an der äussern Fläche des Stachelfortsatzes vom Ringknorpel zu inseriren. Der hintere Abschnitt des Muskels wird von den mehr quer verlaufenden Fasern des folgenden Muskels gedeckt.

Function s. u. dem folgenden.

10. Spinoso-semiannularis posterior [12]).

Etwas breiter als der vorige, mit eigenthümlichem Faserverlauf. Entspringt hinter dem vorigen von der Oberfläche des halb-

10) Mayer lässt den Muskel durch Herabziehen des Ringknorpels den „Mundtrichter“ verengen.

11) S. u. Spinoso-copularis (N. 11).

12) Von Rathke und Mayer anscheinend mit N. 9 zusammengefasst (s. u. N. 11).

mondformigen Knorpels. Seine Fasern stehen am vordern Abschnitt des Muskels auf der Ursprungsfläche senkrecht und schlagen sich nach unten und innen um den hintern Rand des vorigen, um am äussern Umfang des Stachelfortsatzes ihre Insertion zu senden, das hintere Drittel des vorigen Muskels deckend. Die andern Fasern ziehen nach hinten unten und medianwärts, um sich ebenfalls am lateralen Rande des Stachelfortsatzes bis an dessen Spitze zu inseriren. Einige von diesen letztern Fasern erreichen nicht die Insertionsstelle und heften sich an der eignen Fascie des Muskels fest[13]).

Function. Zieht gleich dem vorigen Muskel den Stachelfortsatz nach vorn und oben (s. d. Function des folgenden Muskels).

11. Spinoso-copularis.

RATHKE: Ausstrecker des Ringknorpels.
MAYER: Innere Portion des Stylo-maxillaris? [14])
MÜLLER: Griffelzungenbeinmuskel.

Wenig kräftiger, platter Muskel von viereckiger Gestalt. Die Fasern entspringen bei Petrom. fluviat. vom seitlichen und hintern Umfang des vordern Querstabes der Copula und ziehen, zwischen dem Annulo-glossus und der Sehne des Copulo-glossus rectus einerseits, dem Copulo-glossus obliquus andrerseits hindurchtretend, stark divergirend nach hinten, lateralwärts und aufwärts, um ihre Insertion am medianen Rande des Proc. spinosus zu finden. Bei Petrom. marin. entspringt der Muskel mittelst breiter Aponeurose von der lateralen Kante der ganzen Copula, und laufen die Fasern des Muskels dementsprechend mehr parallel. Von der Aponeurose findet sich bei Petrom. fluv. noch ein hinterer Abschnitt (Fig. 28, x), der an der Spitze der Copula inserirt, aber vom hintern Rande des Muskels durch eine dreieckige Lücke geschieden ist.

Function. Zieht den Proc. spinos. medianwärts und nach unten gegen die Copula. Bei gleichzeitiger Wirkung seiner Anta-

---

13) Seine Beziehungen zum Basilaris s. u. letzterem (N. 14).

14) MAYER beschreibt unter dem Stylo-maxillaris einen Muskel, der mit einer äussern Portion von der äussern Fläche des Stachelfortsatzes entspringt und sich an dem „Unterkiefer“ d. i. unterem Abschnitt des Ringknorpels ansetzt und mit einer innern Portion von der innern Fläche des Proc. spinos. entspringt und an den „Horn- und Gaumenfortsatz des Oberkiefers sowie den Oberkiefer selbst“ geht (s. Osteologie). Jedenfalls soll die innere Portion unsern Muskel vorstellen; dann ist aber die Insertion falsch angegeben. Mit der äussern fasst MAYER wahrscheinlich die beiden Spinoso-semiannulares zusammen.

gonisten (N. 9 u. 10) wird durch alle 3 Muskeln der Stachelfortsatz und mit ihm der Ringknorpel nach vorn gestossen. In letzterem Sinne sind sie also Antagonisten vom Annulo-glossus.

12. Semiannularis.

MÜLLER: Zusammenschnürer des Mundes.

Kleiner, platter, dreieckiger Muskel, zwischen Mundschleimhaut und der Innenfläche des halbringförmigen Knorpels verlaufend. Entspringt breit von der Innenfläche des letzteren etwas nach aussen von der Medianlinie. Seine Fasern laufen stark convergirend nach unten und etwas medianwärts, ziemlich parallel der Innenfläche des halbringförmigen Knorpels, treten über die Sehne des Copulo-glossus obliquus und gehen in eine schlanke Sehne über, die in der Gegend des vordern Randes der Copula mit jener der andern Seite verschmilzt unter gleichzeitiger Adhärenz mit der Copula.

Function. Flacht die obere Wölbung des halbringförmigen Knorpels ab, comprimirt somit den hintersten Abschnitt der Mundhöhle, ein Verhalten, das besonders günstig auf den Abschluss dieser gegen den Pharynx für das Saugegeschäft wirkt (s. u. N. 14 und N. 22).

13. Hyomandibulari-semiannularis.

MAYER: Retrahens veli palatini[15]).

Langer spindelförmiger Muskel, der zwischen dem Pharyngeus und der Pharynxschleimhaut verläuft, von dem vordern Umfang des Hyomandibulare entspringt und mit convergirenden Fasern nach vorn und etwas lateralwärts zieht, eine lange dünne Sehne bildend. Letztere inserirt sich unter fächerförmiger Ausbreitung am hintern Rande des halbringförmigen Knorpels etwas nach aussen von der Medianlinie, hier Adhäsionen mit dem vordersten innern Abschnitt des Pharyngeus (s. d.) darbietend.

Function. Zieht den halbringförmigen Knorpel und somit den vordern Ringknorpel rückwärts, derart, dass der obere vordere Mundrand zurückgestellt wird, eine Einrichtung, welche letzteren für die Ansaugefläche accommodirt.

---

15) Weil er das „Gaumensegel" d. i. den vordersten innern Abschnitt des Pharyngeus (s. d.) rückwärts und aufwärts zieht, welche Bewegung, kaum bemerkbar, nur eine passive ist, indem beim Zurückziehen des hintern Randes des halbringförmigen Knorpels das erwähnte Segel sich mit jenem rückwärts bewegend an der Innenfläche der Vomerinplatte abwärts gleitet.

14. Basilaris.

RATHKE: Hintere grössere Kopfspeicheldrüse [16]).
BORN: Muskel, welcher den Speichelsack aufnimmt [16]).
MAYER: Biventer [16]).
MÜLLER: Grosse Muskelmasse der untern Mundwand.

Mächtige, grösstentheils den Boden der Mundhöhle und das Pharynx bildende Muskelmasse mit sehr complicirtem Faserverlauf, namentlich in ihren vordern Abschnitten, wo eine Differenzirung in mehrere mit den Vorknorpeln in bestimmte Beziehungen tretenden Abtheilungen stattgefunden. Sie wird hergestellt jederseits von einem platten, ovalen, schräg von oben und aussen nach unten und innen gestellten Körper mit gewölbter äusserer unterer und concaver innerer oberer Fläche. Erstere erscheint nach Abtrennung der ventralen Portion des Seitenrumpfmuskels und der Muskeln der Copula und Zunge in ganzer Ausdehnung.

Die beiderseitigen medianen Ränder des Muskels stellen für den hintern stielförmigen Zungenknorpel die seitlichen Wände eines Canals her, dessen Decke vom Boden des Canals für die Sehne des Longitudinalis linguae (s. u. N. 22), dessen Boden von einer ähnlich gebildeten mit der ungewöhnlich derben und festen Fascie des Muskels continuirlich zusammenhängenden brückenartigen Verbindung der untern Kanten hergestellt wird. Nach hinten wenden sich die medianen Ränder des Muskels bogenförmig nach aussen und oben um den hintern stumpfen Rand zu bilden, der dem vordern Rand des Hyo-hyoideus ant. (s. u. N. 15) anliegt.

In seinem hintern und obern Abschnitte zeigt sich der Muskel in seiner ganzen Dicke durch die Orbita unterbrochen, derart, dass hier ein von der vordern und untern Orbitalwand begrenzter halbkreisförmiger Defect (Fig. 25, x) besteht.

16) RATHKE hat den Hauptkörper dieses Muskels gleich der Mittelschicht des Annularis als Speicheldrüse beschrieben, den Drüsenschlauch selbst als Hohlraum der Drüse, welche einen von dieser abgesonderten Stoff enthielte. Den Querschnitt der Muskelfasern hat er mit der Schnittfläche einer körnigen Drüse identificirt. BORN war der erste, der den Irrthum RATHKE's aufdeckte und den eigentlichen „Speichelsack" nebst seinem Ausführungsgange richtig beschrieben und abgebildet hat. — MAYER lässt den Muskel von der „Scapula, dem Jochbogen, dem Gaumenbein sowie dem Gaumenfortsatz des Oberkiefers" (s. Osteologie) entspringen und sich „theils am Stirnknorpel, theils am Gaumen- und Hornfortsatz des Oberkiefers, theils am Kopf des grossen Zungenbeinknorpels" inseriren, trotzdem aber im Stande sein, Zungenbein, Oberkiefer und Stirnknorpel zurückzuziehen.

Fast die ganze innere Fläche des Muskels wird vom Pharynx dorsalwärts gedeckt.

Der vordere Abschnitt des Muskels zeigt sich in mehrere durch die Vorknorpel unterbrochene Abtheilungen zerlegt, als deren vorderste man die beiden Spinoso-semiannulares (s. u. N. 9 u. 10) ansprechen kann.

Im Niveau des untern Orbitalrandes etwas nach innen von diesem zeigt sich der Muskel in ganzer Dicke durchsetzt von einem im Ganzen eiförmigen Drüsenkörper mit flachlappiger Oberfläche, dessen unterer und oberer Umfang in den centralen Parthien nur von der Fascie des Basilaris überzogen erscheint. Der Ausführungsgang dieser Drüse (Fig. 25, y) entsteht von ihrem vordern Ende und läuft direct nach vorn, zunächst noch in der Muskelsubstanz, um sich allmählich der Fascie zu nähern. Endlich durchbohrt er diese und verläuft an der Aussenfläche des vordersten Abschnittes des Muskels, zwischen ihm und dem Copulo-glossus obliquus, um über einen Zweig vom Ram. int. des Trigeminus tretend, in die Mundhöhle auszumünden. Die Mündestelle ist durch eine kleine Papille markirt, welche sich dicht am vordern Rande des untern Ringknorpelabschnitts findet, etwas nach aussen und ventralwärts vom untern Zungenlappen.

Der Faserverlauf des Basilaris ist folgender: In seinem hintern Abschnitt besteht der Muskel aus im Allgemeinen senkrecht auf beide Fascienblätter (äusseres und inneres) gestellten, mit diesen untrennbar verbundenen kurzen Fasern, welche am hintern Rande des Muskels eine der Configuration derselben entsprechende bogenförmige Anordnung darbieten. In der Umgebung des Drüsenkörpers gewinnen die Muskelbündel eine compressorartige Anordnung, indem sie denselben seitlich in bogenförmigem Verlauf umfassen. Weiter nach vorn zeigen die Fasern mehr und mehr einen theils longitudinalen, theils radienförmig gegen die Flächen des Ethmoids und rhombenförmigen Knorpels gerichteten Verlauf, der am vordersten Abschnitt wieder einer queren Richtung der Fasern Platz macht. Man kann hier zwanglos 5 durch die Vorknorpel geschiedene Portionen unterscheiden, von denen die erste (Fig. 25, B_1) am hintern Abschnitt der Seitenfläche des Ethmoids sich inserirt, sich mit ihrem medianen Umfang an der lateralen des vordern Endes der Dorsalportion des Seitenrumpfmuskels legend. Die Fasern dieser Portion entspringen zum grössten Theil von dem Abschnitt der Fascie des Basilaris, welcher die vordere Orbitalwand darstellt. Nach hinten und unten geht

ein grosser Theil der Muskelfasern unmittelbar in den Hauptkörper des Basilaris über. Die vordern Bündel gehen, nach vorn concave Bogen beschreibend in die hintern und obern Abschnitte der zweiten Portion über. Diese wird in ihrem obern innern Abschnitt vom Ethmoid gedeckt, während ihre untere Fläche den vordern Theil der concaven Fläche des Basilaris bildet. Ihre Fasern verlaufen im Allgemeinen bogenförmig nach innen und vorn, um an der ganzen Aussenfläche des rhombenförmigen Knorpels ihre Insertion zu finden. Die dritte Portion (Fig. 25 B_3), mit mehr von aussen nach innen verlaufenden Fasern findet ihre Insertion an der Oberfläche des hintern Abschnitts vom halbringförmigen Knorpel dicht hinter dem Spinoso-semiannularis post., ferner an der ligamentösen Verbindung zwischen dem hintern Rande des halbmondförmigen Knorpels und dem vordern des rhombenförmigen, endlich an letzterem selbst. Die vierte und fünfte Portion sind die Spinoso-semiannulares, die sich ganz vom Hauptkörper abgegränzt haben und selbstständig geworden sind.

Function: Die wesentlichste Wirkung des Hauptkörpers des Muskels scheint die Herstellung einer starren unnachgiebigen Wand für den Pharynx zu sein, die beim Saugen des Thieres den Druck des äussern Mediums genügenden Widerstand zu leisten vermag. Es gilt also von diesem Muskel dasselbe für den Pharynx, was das mittlere Stratum des Annularis für die Mundhöhle leistet. Den nöthigen Abschluss der Pharynxhöhle nach hinten besorgt der Pharyngeus post. (s. u. N. 29).

Eine specielle, der Speicheldrüse dienende Function, bestehend in der Compression derselben, übernehmen die erwähnten Bündel des Muskels in unmittelbarer Nachbarschaft des Drüsenkörpers.

Die 3 ersten vordern Portionen des Basilaris stehen einer ganz abweichenden Function vor. Sie erweitern nämlich, indem sie das Ethmoid nach oben, den halbmondförmigen und rhombenförmigen Knorpel nach oben resp. nach aussen ziehen, die unter den betreffenden Knorpel gelegenen Abschnitte der Mundhöhle und des Rachens [17]).

17) Ueber die Grenze zwischen Mundhöhle und Pharynx s. d. Function des Longitudinal. ling. (N. 22).

III. Muskeln des Zungenbeinbogens und der Zunge.

15) Hyo-hyoideus anterior (Hha, Fig. 27. 28).
16) Hyo-hyoideus posterior (Hhp, Fig. 22. 23. 24. 27—33).
17) Hyo-branchialis (Hbr, Fig. 27. 28).
18) Hyo-glossus (Hgl, Fig. 27. 28. 29).
19) Hyomandibulari-glossus (Hmgl, Fig. 22. 23. 24. 30).
20) Copulo-glossus rectus (Cglr, Fig. 27. 28).
21) Copulo-glossus obliquus (Cglo, Fig. 23. 25. 27. 28).
22) Longitudinalis linguae (Ll, Fig. 30—33).
23) Lingualis proprius (Lpr, Fig. 23).
24) Tendino-glossus (Tgl, Fig, 28. 30).

Innervirt werden sämmtliche vom Ram. int. des Maxillaris.

15. Hyo-hyoideus anterior.

Kleiner, unpaarer Muskel, der einen ventralwärts convexen Bogen beschreibt und seine Insertionen unter leichter Convergenz der quer verlaufenden Fasern beiderseits am äussern Abschnitt des Hyoidstücks, zum Theil auch von der Articulationsstelle des letztern mit dem Hyomandibulare findet. Er bedeckt die Muskeln des hintern Zungenknorpels, gränzt mit seinem vordern Rande an den hintern des Basilaris und deckt mit seinem hintern von oben und vorn nach unten und hinten abgeschrägten Rande den entsprechend gestalteten vordern des Hyo-hyoideus post.

Function. Unterstützt den folgenden Muskel, dessen vorderste Portion er darstellt.

16. Hyo-hyoideus posterior.

Rathke: Aeusserer Theil des Zungenbrustmuskels [18]).
Mayer: Aeussere Portion des Sternohyoideus.
Müller: Rohr des grossen Zungenmuskels.

Sehr kräftiger, ringförmiger Muskel, welcher den vordern Abschnitt des Longitudinalis linguae (s. N. 22), so wie den hintern des Hyo-glossus sammt der Spitze des hintern Zungenknorpels umfasst. Er besteht aus 2 Hälften, einer ventralen und dorsalen. Beide beginnen in ihren vordern Abschnitten jederseits von dem Hyoidstück und zwar die ventrale von dessen hinteren Umfange, die dorsale von seinem medianen Rande in ganzer Ausdehnung. Weiterhin finden beide Portionen jederseits ihre Anheftung auf der obern resp. untern Fläche einer vom Hyoidstück nach hinten ab-

---

18) Rathke lässt diesen Muskel aus Längsfasern bestehen, obwohl man auf Querschnitten schon mit freiem Auge ganz deutlich den ringförmigen Verlauf erkennt.

gehenden bandartigen Raphe. Indem nun letztere nach hinten allmählich sich verschmälert, werden auch die Insertionen schmäler und entfernen sich terminal von einander nach hinten divergirend; dementsprechend geht die Raphe an der Divergenzstelle beider Portionen in eine dreieckige, senkrecht gestellte, im Niveau der Enden der beiden Portionen mit freiem, schräg nach unten und hinten verlaufendem Rande endende aponeurotische Membran über (Fig. 31, x). Die dorsale Portion selbst endet mit breiter, die ventrale mit schmaler Spitze, erstere im Niveau der 3. äussern Kiemenöffnung, letztere etwas weiter nach hinten.

Das vordere Ende der ventralen Portion wird, wie schon erwähnt vom hintern Rand des Hyo-hyoid. ant. gedeckt, jenes der dorsalen Portion reicht weiter nach vorn, um beträchtlich verschmälert im Niveau des vordern Endes des Hyoidstücks zu enden, dem Longitudinal. ling. aufliegend, kurz bevor dieser in seine Sehne übergeht. Somit bietet die dorsale Portion von oben gesehen die Form einer Spindel dar, deren vorderes Ende beim Anblick der ventralen von unten her vermisst wird.

Auf dem Querschnitt erscheint das muskulöse Rohr in der dorsalen und ventralen Mittellinie dicker als im Bereich des Ursprungs beider Portionen von der Raphe. Dies setzt nothwendig ein successives Entspringen von Fasern auf der äussern Fascie voraus, ganz ähnlich wie bei dem homologen Muskel der Myxine (s. § 2 N. 16).

Die ventrale Portion verdickt sich nach hinten in der Richtung von oben nach unten sehr erheblich, derart, dass ein Querschnitt kurz vor dem Ende derselben (s. Fig. 33) bereits einen grössern Höhen-, als Breitendurchmesser aufweist. Dies hängt zusammen mit der Configuration der Longitud. linguae, der hier ventralwärts rinnenförmig ausgekehlt sich darbietet. Zugleich zeigen die ventralen Ränder der Rinne des Longitud. im hintern Abschnitt des Hyo-hyoid. post. Adhäsionen mit der aus der Raphe hervorgegangenen aponeurotischen Membran (Fig. 33, x).

Der ganze Muskel liegt in einer von glatter Membran ausgekleideter entsprechend gestalteter Höhle zwischen beiden Kiemenreihen frei; nur die ventrale Fläche zeigt sich mit dem vordern Abschnitt der ventralen branchiale Längscommissus etwas adhärent.

Die Function des Muskels, s. unter jener des Longitud. linguae (N. 22).

17. Hyo-branchialis [19]).

Ebenfalls platt und klein. Entspringt jederseits vom seitlichen Rande der vordersten Spitze der ventralen Längscommissur des sog. äussern Kiemengerüstes. Seine Fasern convergiren nach aussen und vorn verlaufend und bilden eine schmale Sehne, welche mit der des Hyo-hyoid. ant. fest verbunden hinten und nach aussen vor jener sich inserirt, zum Theil auf das Hyomandibulare selbst übergreifend. Der Muskel liegt dem vordern Abschnitt der Ventralportion des Hyo-hyoid. post. unmittelbar auf.

Function. Comprimirt den Pharynx im Niveau des Hyoidstücks, indem er die ventrale Längscommissur des Kiemengerüstes nach oben zieht.

18. Hyo-glossus.

Rathke: Muskel der Knorpelplatte des hinteren Stachelfortsatzes.
Mayer: Cleido-hyoideus.
Müller: Kurzer Vorzieher der Zunge.

Kurzer, aber ziemlich breiter Muskel, der jederseits durch seine unter leichter Divergenz nach hinten und medianwärts verlaufenden Fasern den hintern Zungenknorpel mit dem Hyoidstück resp. der Fascie des Basilaris verbindet. Bei Petrom. fluviat. besteht er aus 2 Portionen, einer vordern kurzen und hintern längern. Letztere entspringt am medianen und untern Rande des Hyoidstücks in dessen ganzer Länge und heftet sich an den untern Rand des hintern Abschnitts des stielförmigen Zungenknorpels. Die vordere Portion entspringt schmal von der Fascie des Basilaris nahe der Speicheldrüse und findet ihre Insertion dicht vor jener der hintern Portion am untern Rande des hintern Zungenknorpels. Bei Petrom. marin. beschränkt sich der Ursprung auf das Hyoidstück (Vgl. Fig. 27 28); es ist also die vordere Portion hier einfach ausgefallen.

Function. Zieht den hintern Zungenknorpel und somit die Zungenlappen selbst nach vorn.

19. Hyomandibulari-glossus.

Rathke: Oberer Zurückzieher der oberen Zungenlappen.
Mayer: Omohyoideus [20]).
Müller: Paariger Zurückzieher der Zunge.

---

19) Rathke lässt diesen Muskel „vom Anfange des Brustbeins zu den seitlichen Kopfdrüsen verlaufen".

20) Nach Mayer sollen sich die Sehnen dieses Muskels kreuzen und an

Langer, nicht unkräftiger Muskel, der in seinem ganzen Verlaufe zwischen dem Pharyngeus und der Rachenschleimhaut frei und beweglich liegt. Er entspringt von dem vordern Umfang des Hyomandibulare. Seine Fasern laufen vorwärts und etwas nach innen, um sich an dem lateralen Umfang der Sehne des Longitudinal. linguae im Niveau ihrer Theilungsstelle zu inseriren. Hier wird er gleichzeitig von dem kleinen Tendino-glossus dorsalwärts gedeckt.

Function die des Longitudinalis linguae, w. s.

20. Copulo-glossus rectus.

Mayer: Chondrohyoideus.
Müller: Innerer Vorzieher der Zunge.

Ziemlich langer schmaler Muskel, welcher bei Petrom. marin. von der hintern Spitze der Copula entspringt, hier mit dem Copulo-glossus obliquus fest verwachsen, bei Petrom. fluviatilis seinen Ursprung vom ganzen seitlichen Rande des hintern Fortsatzes der Copula mittelst einer aponeurotischen Sehne nimmt, welche den Copulo-glossus obliquus, zum Theil auch den Spinoso-copularis ventralwärts deckt (Vgl. Fig. 27 u. 28). Seine Fasern laufen gerade nach hinten, um sich am untern Rande des hintern Zungenknorpels, dicht vor der Insertion des Annulo-glossus anzusetzen.

Seine Function fällt mit der des Hyo-glossus (N. 18) zusammen.

21. Copulo-glossus obliquus.

Mayr: Chondroglossus.
Müller: Vorzieher der Zunge[21]).

---

die „seitlichen Lippenknorpel der Zungenspitze" gehen. Jedenfalls liegt hier eine Verwechslung mit den beiden Sehnenschenkeln der Longitud. linguae vor, denn dieser Muskel inserirt sich fleischig an letztere.

21) Müller lässt in der Erklärung der Abbildungen diesen Muskel fälschlicherweise vom hintern Zungenstiel entspringen (im Texte ist sein Ursprung richtig angegeben). Ausserdem ist auf der Zeichnung der Ursprung, welcher blos die hinterste Spitze der Copula begreift, zu weit nach hinten verlegt. Die von Müller angegebene Wirkung des Muskels, bestehend in einem Vorziehen der Zunge, habe ich nach Experimenten am Spirituspräparat nicht bestätigen können. Vielmehr hatte Zug an dem hintern Abschnitten des Muskels stets eine rückläufige Bewegung der Zunge unter gleichzeitigem Andrücken gegen den untern Umfang des Ringknorpels zur Folge, ein Verhalten, das sich mit Nothwendigkeit aus dem hauptsächlich nach vorn und oben gerichteten Verlauf des Muskels ergiebt.

Platter, wenig kräftiger Muskel mit langer Insertionssehne. Entspringt bei Petrom. marin. zwischen der Ursprungsaponeurose des Spinoso-copularis und der ventralen Fläche des vordern Basilaris-Abschnitts von dem lateralen Umfang des hintern Copularfortsatzes, nach hinten mit dem Ursprung des Copulo-glossus rectus fest verwachsen. Bei Petrom. fluviat. ist der Ursprung des Muskels ventralwärts vorn und hinten vom Spinoso-copularis und dessen hinteren Sehnenstreifen (x Fig. 28) in der Mitte von der Ursprungsaponeurose des Copulo-glossus rectus gedeckt. Die Fasern des Muskels ziehen schräg nach vorn, oben und lateralwärts eine runde schlanke Sehne bildend, welche die ligamentöse Verbindung zwischen Copula und dem Seitenknorpel des halbringförmigen Knorpels durchsetzt, nach hinten sich in die Mundhöhle schlägt, um medianwärts verlaufend ihre Insertion am seitlichen Umfange des Köpfchens vom hintern Zungenknorpel zu finden.

Function. Zieht die Zunge nach unten und hinten, drückt sie gleichzeitig gegen den untern Umfang des Ringknorpels an.

22. Longitudinalis linguae.

Rathke: Innerer Zungenbrustmuskel.
Mayer: Innere Portion des Sternohyoideus.
Müller: Grosser Längenmuskel der Zunge.

Mächtiger, spindelförmiger, unpaarer Muskel, der sich nach hinten bis zur Herzkapsel erstreckt, in seinem mittleren Abschnitt vom Hyo-hyoideus umschlossen. Er entspringt mit stumpfer Spitze von dem vordern Umfang der knorpligen, mit dem äussern Kiemengerüst in unmittelbarem Zusammenhange stehenden Herzkapsel und zum Theil noch von der ventralen Längscommissur des äussern Kiemengerüstes (weshalb die Bezeichnung Branchio-glossus gerechtfertigt wäre) und verläuft nach vorwärts, bis er in den Binnenraum des Hyo-hyoid. post. tritt, in der erwähnten von glatter Membran ausgekleideten Höhle zwischen den beiden Kiemenreihen. Im hintern Abschnitt des Binnenraums des Hyo-hyoid. post. zeigt er, unten rinnenförmig ausgehöhlt, Adhäsionen mit der Ventralportion des letztern an der Contactstelle mit der verbreiterten Raphe (s. u. N. 16, aussd. Fig. 30. 33, x). Im weitern Verlauf nach vorn gewinnt er unter gleichzeitiger Verjüngung seine runde Gestalt wieder (Fig. 32). Im vordersten Abschnitt des Lumens vom Hyo-hyoid. post. findet sich zwischen seiner ventralen Fläche und der dorsalen Innenfläche der Ventralportion des Hyo-hyoid.

post. das dünne biegsame Ende des hintern Zungenknorpels und der hintere Abschnitt des Hyo-glossus.

Noch vor dem Austritt des Muskels aus dem Binnenraum bildet er eine starke runde Sehne, welche in einer canalartigen Fortsetzung des letzteren spielt. Diese wird zunächst gebildet von dem obern rinnenförmig ausgekehlten Rande des hintern Zungenknorpels und der Fascie, welche die untere Fläche der dorsalen Portion vom Hyo-hyoid. post. auskleidet; jenseits des vordern Endes der letzteren wird der Canal hergestellt durch die beiden medianen Ränder des Basilaris (s. d. u. N. 14), durch eine diese überbrückende sehnige Membran (als untere Wand) und eine von ihnen ebenfalls entspringende, sie bogengangförmig umspannende sehnige Brücke (als obere Wand), welche mit der Basilarisfascie unmittelbar zusammenhängend dorsalwärts durch die Rachenschleimhaut gedeckt wird.

Diesen Canal verlässt die Sehne im Niveau der Insertion des Hyomandibulari-glossus, um sich von der Rachenschleimhaut bedeckt unter spitzem Winkel in 2 Schenkel zu spalten, welche sich am medianen Umfange der Seitenlappenknorpel ziemlich weit nach vorn inseriren. Gerade an der Theilungsstelle dient sie, wie dem Hyomandibulari - glossus zur Insertion, dem Tendino - glossus zum Ursprung.

Der Muskel ist nicht einfach von Längsfasern hergestellt, sondern besteht aus 2 symmetrischen Hälften (s. Fig. 30. 32. 33), deren nach vorn und oben verlaufende Fasern ihre Insertion an einem bandartigen senkrecht gestellten dünnen Sehnenstreif finden. Aus diesem geht die die Fasern nach Art eines doppelgefiederten Muskels sammelnde Sehne hervor, ganz ähnlich wie jene des Longitudinalis linguae der Myxine (s. § 2 N. 17).

Function. Der Muskel zieht die 3 Zungenlappen zurück und schliesst dadurch im Niveau des hintern Randes des halbmondförmigen Knorpels die Mundhöhle vom Rachen ab.

Wird die Zunge zurückgezogen, so divergiren die beiden hintern Seitenlappen nach hinten, indem ihre Knorpelplatten sich in ihren vordern Abschnitten medianwärts nähern in Folge des Zuges an beiden Schenkeln der Longitudinalissehne, welche am vordern medianen Rande der Knorpel sich inseriren. Gleichzeitig stellt sich der untere Zungenlappen senkrecht in die Höhe, da er sich, dem Zuge nach hinten folgend, um das Köpfchen des hintern Zungenknorpels drehen muss. Beim Vorziehen der Zunge (durch N. 8, 18 und 20 besorgt) gleicht sich diese Stellung der Zungenlappen

wieder aus, und convergiren jetzt eher die Seitenlappen nach hinten, indem die Contraction beider Tendino-glossi (s. u. N. 24) ihre hintern Abschnitte lateralwärts zieht. Die Strecke, welche die Zunge *in toto* durch den hintern Zungenknorpel nach vorn gestossen wird, ist hier eine sehr kurze, nicht im Entferntesten mit jener der Myxinen vergleichbar. Die Zunge gelangt hier mit ihrem vordern Abschnitt nicht einmal bis zum untern Mundrand. Aus diesem Grunde vermögen auch die Petromyzonten nicht wie die Myxinen ihre Nahrung mit den Zungenzähnen direct zu fassen, sondern muss dieselbe erst durch das Saugegeschäft in die Mundhöhle gebracht werden. Auch der Transport der erfassten Nahrung nach hinten ist hier nur ein sehr beschränkter, indem die Zungenlappen nur bis zur Grenze zwischen Mundhöhle und Pharynx (durch den vordern innern Abschnitt des Pharyngeus, das sog. „Schlundsegel" gegeben; s. u. N. 28) zurückgezogen werden können, hier die für das Saugen unerlässliche Bedingung des Abschlusses der Mundhöhle nach hinten übernehmend (s. u. N. 7), indem sie das Lumen des Schlundrohrs hier mit Hilfe des „Schlundsegels" vollkommen ausfüllen. Es wird überhaupt fraglich sein, ob die Hauptfunction der Zunge in dem Transport fester Bissen besteht, ob sie nicht vielmehr gleich den immobilen Hornzähnen der Mundschleimhaut in der Zerkleinerung derselben *innerhalb der Mundhöhle* zu suchen ist, damit der mit dem reichlichen Speicheldrüsensekret gemischte Inhalt der Mundhöhle zu einer Zeit, wo die nach vorn gestellte Zunge die Passage zum Rachen nicht verschliesst, durch die Leistung des Basilaris (s. d.) unter gleichzeitigem Abschluss des Pharynx nach hinten (durch den Pharyngeus post.) gesogen werden kann[22]). Dementsprechend werden auch selten im Verdauungstractus feste Bissen oder consistentere Stoffe angetroffen[23]), während bei der Myxine der Darm sich meist mit voluminösen, zum Theil noch ganz unverdauten Fleischbrocken angefüllt darbietet. —

Von der Thätigkeit des den Longitudinalis linguae umschliessenden Hyo-hyoideus gilt dasselbe wie bei den Myxinen (s. § 2 N. 18 und Anm. 20). Es ist also auch hier derselbe als Antagonist des Longitudinalis zu beurtheilen.

---

22) S. ausserdem die Function des Pharyngeus (N. 28).

23) Auch RATHKE hat dies beobachtet: „Auch habe ich beim Zergliedern niemals feste Stoffe im Darm der Pricke gefunden."

23. Lingualis proprius.

Kleines Längsmuskelstratum, das der vordern Zungenknorpelplatte auflagert, mit der Schleimhaut des seitlichen Zungenlappens fest verwachsen.

Function. Wulstet die Schleimhaut auf der dorsalen Fläche der Seitenlappen, vielleicht um einen um so innigeren Abschluss der Mundhöhle gegen die Rachenhöhle (durch festeres Andrücken der vorgebuchteten Schleimhaut an die innere vordere Portion des Pharyngeus) zu erzielen.

24. Tendino-glossus [24]).

Unansehnliches Muskelbündel, welches von oben her durch die Rachenschleimhaut gedeckt von der Sehne des Longitudinalis linguae gerade über der Insertion des Hyomandibulari-glossus entspringt und unter nach vorn und lateralwärts gerichtetem Faserverlauf seine Insertion am medianen Rande des Seitenlappens der Zunge findet.

Function. Nähert bei doppelseitiger Wirkung die hintern Enden der Seitenlappen gegen einander (s. d. Function u. N. 22).

IV. Muskeln des Schlundsegels.

25) Velo-pharyngeus (Vph, Fig. 24).
26) Velo-hyomandibularis internus (Vhmi, Fig. 24).
27) Velo-hyomandibularis externus (Vhme, Fig. 24).

Sämmlich unansehnliche vom Ram. int. des Maxillaris innervirte Muskeln.

25. Velo-pharyngeus.

MAYER: Dilatator glottidis s. Petro-laryngeus [25]).

Kleines Muskelbündel, das von der dorsalen Fläche des Pharyngeus nahe dessen hinterm Rande, etwas nach aussen von der Raphe entspringt. Seine Fasern verlaufen schräg nach unten und hinten, um sich an der äussern obern Fläche des Schlundknorpels zu inseriren.

---

24) MAYER lässt diesen Muskel von der Kreuzungsstelle der Sehnen des Sterno- und Omohyoideus entspringen. RATHKE hat ihn gleich dem vorigen übersehen.

25) MAYER beschreibt den Schlundsegelapparat als Larynx, bezeichnet die knorpligen Grundlagen als Giesskannenknorpel. RATHKE lässt diesen Muskel vom Hyomandibulare entspringen.

Function. Zieht die Schlundknorpel bei doppelseitiger Wirkung nach oben und aussen, hebt also das Schlundsegel und macht somit die Passage zwischen Rachen und „Bronchus" frei.

26. Velo-hyomandibularis internus.

Noch kürzer als der vorige. Entspringt vom hintern Umfang des Hyomandibulare und läuft aufwärts, um sich an die innere untere Fläche des Schlundknorpels zu inseriren.

Function. Der Muskel ist der Antagonist des vorigen.

27. Velo-hyomandibularis externus [26]).

Schmales Bündel, das vom hintern Umfange des Hyomandibulare nahe dessen Ursprung vom Schädel entspringt, um die äussere Fläche des Pharyngeus post. (s. N. 29), diesen kreuzend, nach hinten zieht und sich an die obere äussere Fläche des Schlundknorpels ansetzt.

Function. Entfernt bei doppelseitiger Wirkung die Schlundknorpel von einander, spannt dadurch das Schlundsegel, unterstützt also den Velo-pharyngeus.

V. Pharynxmuskeln.

28) Pharyngeus (Ph, Phe, Phi, Fig. 22. 23. 24. 26).
29) Pharyngeus posterior (Php, Fig. 24).

Innervirt durch den Ram. int. des Maxillaris.

28. Pharyngeus [27]).

Platter, den Pharynx vom Niveau des hintern Randes des halbmondförmigen Knorpels bis zum Hyomandibulare umschliessender Muskel mit eigenthümlichem, vorherrschend ringförmigem Faserverlauf, dessen Innenfläche von der Rachenschleimhaut resp. dem Hyomandibulari-glossus und -semiannularis gedeckt wird, dessen äussere Fläche der obern und innern des Basilaris, so wie der Innenfläche des Vomer und rhombenförmigen Knorpels anliegt. Er

26) Von Mayer und Rathke übersehen.

27) Rathke beschreibt diesen Muskel als aus 2 Lagen bestehend, von denen die vordere schräg nach hinten und unten, die hintere schräg nach vorn und hinten, im hintern Abschnitt direct nach unten verlaufen soll. Den vordern und innern Abschnitt des Muskels bezeichnet er gleich Mayer als Gaumensegel. Letzterer fertigt den Muskel trotz seines complizirten Baues sehr kurz ab, als aus „schiefen Muskelfasern" bestehend, die „gegen die Mitte kegelförmig convergiren". Den dorsalen vordern Abschnitt scheint er unter dem Namen Constrictor isthmi faucium zusammenzufassen; wenigstens placirt er ihn über den Retrahens veli palatini d. i. den Hyo-mandibulari-semiannularis.

entspringt beiderseits in gerader horizontaler Linie von dem medianen Rande des Basilaris genau an der Ursprungsstelle der Sehnenscheide des Longitudinalis linguae bis rückwärts zum Hyomandibulare, dicht vor welchem er mit scharfem hintern Rande abschneidet, während der vordere Rand am hintern des halbringförmigen Knorpels absetzt.

Die Fasern verlaufen im Allgemeinen bogenförmig nach oben; sie zeigen in verschiedenen Abschnitten des Muskels ein eigenthümliches Verhalten. Es zeigt sich nämlich zunächst der vorderste Abschnitt des Muskels hergestellt von 2 Stratis, einem innern (dem „Gaumensegel" Rathke's und Mayer's) und einem äussern, welche beide vollständige Ringe bilden, indem sie dorsalwärts ohne eine Spur von medianer Raphe mit einander verwachsen. Von diesen beiden Stratis ist das innere (Phi, Fig. 22) schmal und schneidet mit scharfem Rande nach hinten ab. In dem vordersten Abschnitt zeigt es Adhäsionen mit der fächerförmig ausgebreiteten Sehne des Hyomandibulari-semiannulare, um sich mit ihr gemeinschaftlich an den hintern Rand des halbringförmigen Knorpels zu inseriren. Ein grosser Theil der Fasern geht jedoch nach vorn in eine breite Aponeurose (Fig. 22, x) über, welche in die ligamentöse Verbindung zwischen der dorsalen Fläche des halbringförmigen und dem vordern Abschnitt des rhombenförmigen Knorpels unmittelbar übergeht. In seinem medianen ventralen Abschnitt zeigt sich das innere Stratum bedeckt von Fasern, welche im Allgemeinen vom Ansatz der Sehne des Hyomandibulari-semiannularis medianwärts und nach innen ausstrahlen und sich an die Ringfasern der weiter nach unten gelegenen Parthien des Pharyngeus (bei y, Fig. 22) anschliessen.

Das äussere Stratum (Phe, Fig. 22 und 26), welches der Innenfläche des rhombenförmigen Knorpels grösstentheils anliegt und sich nach hinten unmittelbar in den Faserverlauf der Hauptmasse des Pharyngeus fortsetzt, wird hergestellt von ringförmigen Fasern, welche von der Innenfläche des rhombenförmigen Knorpels (Fig. 29) entspringen. Die innere Fläche dieses Stratums zeigt sich verstärkt durch eine Faserlage, welche unter vorherrschendem bogenförmigem Längsverlauf (mit medianwärts gerichteter Convexität) gegen die dorsale Raphe steuern. Letztere beginnt im Niveau der Verschmelzungsgrenze des Vomers mit dem Ethmoid und zeigt sich mit ersterem und der Schädelbasis bis zum hintern Rande des Hyomandibulare ziemlich fest verbunden. Die von ihr im Bereich der Vomerinplatte aufgenommenen Fasern weichen in ihrer

Richtung mehr und mehr nach hinten aus, so dass sie unter spitzem Winkel auf die Raphe stossen (auf der Abbildung nicht dargestellt), ein Verhalten, das eingeleitet ist von der erwähnten Verstärkungslage auf der innern Fläche des äussern Stratums, deren Fasern allmählich nach hinten einen mehr ringförmigen Verlauf einschlagen, in die Hauptmasse des Muskels continuirlich übergehend. Im hintern Abschnitt zeigt der Pharyngeus auch im dorsalen Abschnitt wieder den einfachen ringförmigen Faserverlauf.

Bei einigen Exemplaren fand sich noch eine 2. Verstärkungsparthie des äussern Stratums, der Innenfläche der ersten aufliegend und aus einfachen Längsfasern von schwankender Länge bestehend.

Function. Der Muskel verengt den Pharynx bis zum Niveau des Hyomandibulare, er ist also der eigentliche Schlundschnürer. Das innere vordere Stratum dient dem Abschlusse der Mundhöhle nach hinten, indem es bei nach rückwärts gestellter Zunge sich fest an die dorsale Flächen der beiden seitlichen Lappen anschmiegt. Die Längsfaserlagen werden eine nur schwache Wirkung entfalten können, bestehend in der Verkürzung des Schlundrohrs im dorsalen Abschnitt.

29. Pharyngeus posterior.

Mayer: Constrictor glottidis.

Schmaler Muskel, welcher den Pharynx im Niveau des Schlundsegelapparates umfasst, vom hintern Rande des vorigen durch die Bereite des Hyo-mandibulare getrennt. Er entspringt beiderseits von der Fascie des Hyo-hyoid. post. nahe dessen vorderem Ende. Seine Fasern ziehen bogenförmig dorsalwärts und nach innen, um sich mit jenen der andern Seite durch Vermittlung einer ziemlich breiten dorsalen Raphe zu vereinigen.

Function. Schliesst den Pharynx im Niveau des Schlundsegelapparates.

§ 5.
Augenmuskelnerven u. Trigeminusgruppe der Petromyzonten.

1) Augenmuskelnerven (Fig. 19).

Oculomotorius[1] (III).

Tritt mit dem Opticus durch eine gemeinsame Oeffnung in der Seitenwand des knorpligen Schädels (x), vom eigentlichen Fo-

1) Rathke hat die Augenmuskelnerven vergebens gesucht; nur in einer kleinen Oeffnung hinter dem For. optic. traf er einen „zarten Nervenfaden,

amen opticum durch ein ligamentöses Septum geschieden, in die ıugenhöhle, ziemlich in der Mitte zwischen Foramen optic. und ler Austrittsstelle für Trigeminus, Trochlearis und Abducens und n gleicher Höhe mit beiden. Der kurze Stamm theilt sich in einen stärkern vordern und schwächern hintern Ast.

1) Ram. ant., ziemlich lang, läuft nach vorn, aussen und unten unter dem Opticus und Ophthalmicus gegen die äussere Fläche des Obliquus anterior (inferior)[2]), in den er in mehrere Aeste gespalten eintritt. Ein Theil der Fasern verzweigt sich in diesem Muskel, der andere durchbohrt ihn, um sich im Rectus anterior (internus) zu verästeln.

---

unzweifelhaft den Oculomotorius" an. — Born beurtheilt den Oculomotorius als den vereinigten Oculomot. und Trochlearis; er soll neben dem Opticus, durch dieselbe Oeffnung mit ihm in die Orbita treten (?). — Schlemm und D'Alton beschreiben diesen Nerven als Trochlearis und seine Zweige als untern und obern Ast.

2) Die eingeschalteten Bezeichnungen gelten von den Verhältnissen bei den übrigen Wirbelthieren. — Schlemm u. D'Alton beurtheilen den Obliquus ant. als Homologon des Obliquus sup. und den Obliquus post. als Homologon des Onliquus inf. der übrigen Wirbelthiere. Das ist falsch. Nur der Obliquus ant. kann dem Obliquus inf. und nur der post. dem sup. entsprechen: Der Obliq. inf. fast sämmtlicher Wirbelthiere entspringt medianwärts vom untern Orbitalrand und verläuft lateralwärts, der Obliq. post. der Petromyzonten entspringt aber am hintern (d. i. äussern) Umfange des Orbitalrandes und verläuft nach vorn (d. i. medianwärts). Er kann also unmöglich dem Obliq. inf. entsprechen, wohl aber der Obliq. ant. der Petromyzonten, welcher am vordern (d. i. medianen) Orbitalrand entspringt und rückwärts (d. i. lateralwärts) verläuft, also dieselbe Richtung wie der Obliq. inf. hat. Stellt man sich vor, dass der Ursprung des Obliq. ant. abwärts bis zum untern Orbitalrand gewandert, so hat man einen Muskel, der genau dieselben Insertionsverhältnisse und denselben Verlauf wie der Obliq. inf. bietet. Andrerseits kann der Antagonist des Obliq. ant., der Obliq. post. nur dem Obliq. sup. entsprechen. Hier muss man sich vorstellen, dass die Insertion nach oben gewandert ist. Dann hat man einen Muskel der nach hinten (d. i. lateralwärts) verläuft, wie der Obliq. sup. Die Augenmuskeln von Chimaera (Calorhynchus) arctica bieten in Bezug auf Ursprung und Verlauf eine merkwürdige Uebereinstimmung mit jenen von Petromyzon marinus dar (s. Stannius' periph. Nervensystem der Fische, Taf. I, Fig. 1). Auch hier ist der Ursprung des Rect. int. weit nach vorn von denen der anderen Recti gerückt. Der Obliq. inf. hat einen ganz übereinstimmenden Verlauf mit dem Obliq. ant. von Petromyzon. Nur der Obliq. sup. ist eine beträchtliche Strecke weit nach vorn gerückt, so dass er nahezu den Verlauf des Obliq. sup. der übrigen Wirbelthiere einhält. Hätten Schlemm u. D'Alton die Augenmuskeln von Chimaera gekannt, so hätten sie nimmer den Obliquus ant. mit dem Obliq. sup. der übrigen Wirbelthiere verglichen. (S. Anm. 3).

2) Ram. post. bei Weitem kürzer, geht direct nach aussen, um sich im Rectus sup. zu verzweigen, an dessen medianer Fläche, nahe dem Ursprung eintretend.

Trochlearis (IV)[3]).

Langer dünner Nerv, der mit dem Trigeminus und Abducens verbunden[4]) aus einer gemeinsamen Oeffnung im knorpligen Schä-

3) Von BORN übersehen. SCHLEMM und D'ALTON beschreiben ihn als Ram. post. des Trigeminus und bezeichnen ihn als Oculomotorius, ein Irrthum, der aus der Beurtheilung des Obliq. post. als inf. (s. Anm. 2) entspringt.

4) Leider habe ich die Frage, ob der Trochlearis einen Ast des Trigeminus darstellt oder nur eine Juxtaposition beider Nerven vorliegt, aus der Untersuchung der cerebralen Ursprünge nicht nachweisen können, da bei beiden Exemplaren von Petromyzon marinus das Gehirn sich im Zustande vorgeschrittner Maceration befand, derart, dass sämmtliche Gehirnnerven sich bei dem Versuche, sie in das Innere des Gehirns zu verfolgen, sich dicht an ihren Ursprüngen vom Gehirn ablösten. Eine Prüfung der Verhältnisse bei Petromyz. fluviat. war mir wegen der Kleinheit des Objects trotz vorzüglicher Conservirung und grösserer Lupen unmöglich. Die Untersuchung des gemeinsamen Stammes im Bereich der Austrittsstelle durch die Schädelwand ergab, wenn man vorsichtig unter der Lupe die dem Trochlearis angehörigen Fasern vom Stamm ventralwärts abspaltete, dass erstere einen vom Hauptstamme des Trigeminus etwas abweichenden Verlauf darboten, ebenso dass, bei gleichen Manipulationen, die dem Abducens angehörigen Fasern nicht genau die Richtung der Fasern des Trigeminusstammes zeigten. Vielmehr schien der am oberflächlichsten gelegene Trochlearis den unter ihm liegenden Abducens nach hinten zu kreuzen (s. Fig. 19) und letzterer mit dem Trigeminusstamm gleich von seinem Beginn an zu divergiren. Möglich übrigens, dass dieser Faserverlauf einen durch die Misshandlung des Stammes mit Skalpell und Pinzette erzeugten künstlichen repräsentirt, zumal da der Mangel der Fixation des centralen Endes des Stammes am Gehirn leicht Verzerrungen und Verlagerungen der einzelnen Faserbündel gestattete. — Ein zwingender Grund, Trochlearis und Abducens als Zweig des Trigeminus zu beurtheilen, liegt zunächst nicht vor: Die Angaben HYRTL's und MÜLLER's, dass bei Lepidosiren und Lepidosteus die Augenmuskelnerven vom Trigeminus abtreten, bedürfen noch der Bestätigung. Die Beobachtungen FISCHER's, dass bei Salamandra und Triton der Oblq. sup. von einem Zweige des Ophthalmicus innervirt wird und bei den meisten Anuren der Nerv für den Rect. ext. aus der Bahn des Trigeminus tritt, deutet FISCHER selbst dahin, dass er wie STANNIUS (das peripherische Nervensystem der Fische, Rostock 1849, S. 19) „eine blos secundäre Verschmelzung ursprünglich, d. h. im Fötalzustande getrennter Nerven annimmt und mit Recht gegen die angenommene organologische Verwandtschaft beider Nerven protestirt." Nach STANNIUS „treten bei Silurus glanis die Wurzeln des Trochlearis und Abducens sogleich an den Trigeminus heran, so dass man die Nerven für Zweige des Ram. primus des Trigeminus halten muss, wenn man nicht ihre Wurzeln und Ursprungsstätten untersucht hat." Den Bemühungen STANNIUS gelang es aber, die Wurzeln aller drei Augenmuskelnerven an ihren allgemein charakteristischen

del in die Orbita tritt, nach unten und lateralwärts verläuft und sich im Obliquus post. (sup.) verzweigt.

Abducens (VI)[5].

Kräftiger und kürzer als der Trochlearis, aber schwächer als der Oculomotorius. Tritt mit dem Trochlearis und Trigeminus aus einer Oeffnung in der seitlichen Schädelwand in die Orbita (s. Anm. 4), läuft noch vorn unten und aussen und theilt sich in einen längern untern und kürzern obern Ast:

1) Ram. inf. läuft vom Rect. post. bedeckt nach unten und aussen gegen die obere Fläche des Rect. inf., um sich in diesem Muskel zu verästeln.

2) Ram. sup. tritt nach aussen verlaufend in den Rect. post. (ext.), an dessen hinterer Fläche eindringend. —

2) Trigeminus.

Der kurze mächtige Stamm tritt unterhalb des Trochlearis und Abducens in die Orbita, die gemeinsame Oeffnung fast ganz ausfüllend. Er theilt sich alsbald in 2 Hauptäste[6]), den Ramus superior s. Ophthalmicus und den Ramus inferior s. Maxillaris.

Ursprungsstätten isolirt aufzufinden. STANNIUS selbst glaubt daran, dass eine „sehr sorgfältige Untersuchung der Nervenwurzeln bei den Petromyzonten den gesonderten Ursprung der betreffenden Augenmuskelnerven nachzuweisen vermöchte". — Abgesehen von diesen erwähnten „scheinbaren Anomalien" bieten alle Wirbelthiere, so viel in dieser Hinsicht untersucht sind, die Augenmuskelnerven in discretem Zustande dar, gesondert entspringend und gesondert zu den betreffenden Muskeln verlaufend.

5) Von BORN, der den Oculomotorius als Abducens beschreibt, übersehen. — SCHLEMM u. D'ALTON: Ram. ant. des Trigeminus.

6) RATHKE hat den Ophthalmicus als Hauptast ganz übersehen. Der übrige Stamm spaltet sich nach ihm in 3 Aeste, von denen

der 1. sich hauptsächlich in der „Speicheldrüse" (d. i. M. basilaris) verbreitet,

der 2. den Schlundkopf versorgt und in der Zunge endet,

der 3. unterhalb der untern Wand der Augenhöhle hervortritt, einen starken Zweig an den „Schwimmmuskel" (d. i. Seitenrumpfmuskel) und die „eigentlichen Muskeln des Kopfes" giebt und endlich sich in 2 Zweige theilt, welche den untern und obern Theil der „Lippe" versorgen. Der obere der letzten beiden Endäste ist aber der Ophthalmicus, den RATHKE also mit Maxillarisästen verschmelzen lässt. Der Zweig, der nach RATHKE die vorderste Parthie des Seitenrumpfmuskels versorgt, ist ein Ast eines Spinalnerven, den RATHKE aus dem Trigeminus hervorgehen lässt. — BORN beschreibt ebenfalls 3 Haupt-

I. Ophthalmicus (V_1, Fig. 18. 19. 21. 23).

Rein sensibler Natur[7]). Wendet sich nach vorn zwischen die vordere Insertion der Dorsalportion des Seitenrumpfmuskels und die Orbita über den Opticus und Oculomotorius mit seinen Muskeln verlaufend. In fast horizontaler Richtung lagert er allmählich der Seitenfläche des Ethmoids dicht an[8]). Nahe der vordern Grenze giebt er 1 oder 2 Rami nasales (Rn, Fig. 19 u. 21) an die Nasenkapsel, sowie mehrere dünne theils nach unten und vorn (y, Fig. 19 u. 21) theils dorsalwärts steuernde Aestchen, welche das hier reichlich vorhandene Bindegewebe zwischen Seitenrumpfmuskel und Ethmoid versorgen, zum Theil auch bis ins Integument dringen[9]). Die Fortsetzung des Stammes behält in fast unveränderter Stärke die horizontale Richtung nach vorwärts bei, um etwa im Niveau des vordern Endes der Dorsalportion des Seitenrumpfmuskels in 2 oder 3 Aeste zu zerfallen, die in divergentem Verlauf sich in eine sehr variante Zahl von kleineren Zweigen theilen. Letztere verästeln sich sämmtlich in dem Integument des vordern und obern Kopfabschnitts und den Lippenfäden[10]). Einer dieser Endzweige verbindet sich constant mit der Endfortsetzung des Facialis (Fig. 18, x), welcher hier oberflächer läuft, derart, dass eine Scheidung beider Nerven im gemeinsamen Stamm unter der Lupe nicht mehr möglich ist. Letzterer verzweigt sich gleich den übrigen Endzweigen des Oph-

äste des Trigeminus, von denen der 1. dem Ophthalmicus, der 2. und 3. dem Maxillaris entsprechen. — SCHLEMM u. D'ALTON, welche die ausführlichste aber immer noch nicht erschöpfende und mit mannigfachen Fehlern behaftete Beschreibung des Trigeminus geben, unterscheiden ebenfalls 3 Aeste, von welchen der 1. dem Ophthalmicus entspricht.

7) Nach BORN sowie SCHLEMM u. D'ALTON ist der Ophthalmicus gemischt (s. Anm. 9 u. 10).

8) Hier beschreibt BORN eine kleine Knorpelleiste am Ethmoid, durch welche der Ophthalm. treten soll. Ich habe dieselbe nirgends wahrgenommen.

9) SCHLEMM u. D'ALTON lassen einige dieser Zweige in die vorderste Parthie des Seitenrumpfmuskels treten.

10) Nach SCHLEMM u. D'ALTON sowie nach BORN verbreiten sich die Endäste „in Haut und Muskeln der Lippe“. Auch nicht einen Endfaden habe ich trotz genauster Verfolgung in die Muskelsubstanz der Annularis sich einsenken sehen. Vielmehr traf ich (nach Ablösung des Integuments) stets auf abgeschnittene Enden. Allerdings erscheint unterhalb der Verzweigung ein neues Verästelungsgebiet, das sich zum grössten Theile in den Muskel einsenkt. Dasselbe gehört aber keinem Nerven an, sondern ist die Endverbreitung einer Arterie, wie die Besichtigung irgend eines Querschnitts unter Controle der Lupe sofort ergiebt.

thalmicus im Integument bis zur vordern Circumferenz der Mundöffnung.

II. Maxillaris (V_2 Fig. 21 u. 23).

Bedeutend stärker als der Ophthalmicus, sehr kurz, nach vorn und unten vom gemeinsamen Stamm abtretend. Er zerfällt sehr bald in 2 Hauptäste, den Ramus externus und Ramus internus, welche beide sich unter den subocularen Bogen begeben.

A. Ramus externus (1, Fig. 21. 23).

Theilt sich sofort wieder in 3 Aeste, einen Haut-, Gaumen- und Muskelast.

1) Ramus cutaneus (2, Fig. 18. 21. 23)[11]). Der stärkste, rein sensibel, etwa von der Dicke des Ophthalmicus. Tritt nach vorn aussen und unten, sich mit dem über ihn weglaufenden Facialis unter spitzem Winkel kreuzend. Er dringt zwischen den subocularen Bogen und den unter diesem lagernden Muskelbündeln des Basilaris auf die Aussenfläche des letzteren, nur von der Ventralportion des Seitenrumpfmuskels bedeckt. Weiterhin läuft er parallel mit dem Process. styloid. des Ringknorpels über die Aussenfläche der Spinoso-semiannulares, hier in 2—4 Hauptäste von nahezu parallelem Verlauf zerfallend. Diese schlagen sich über den obern Rand der Ventralportion des Seitenrumpfmuskels um sich sämmtlich, ganz nach Analogie des Ophthalmicus, in dem Integument der untern und seitlichen Parthie des vordern Kopfabschnitts bis in die Bartfäden hinein zu verästeln[12]).

2) Ram. palatinus[13]). Sehr feines Aestchen, das sich in der Schleimhaut unterhalb des Vomer und Palatinum sehr bald verliert.

3) Ram. muscularis (3, Fig. 21. 23. 25)[14]). Schwächer, als der Ram. cutan. Er verläuft nach vorn, giebt bald einen nach aussen und oben laufenden Zweig an die erste, dem Ethmoid auflagernde Portion des Basilaris ab, um die Fascie des Basilaris durchbohrend auf dessen lateraler Kante, den Muskelbündeln dicht

---

11) Born: Endast des Ram. secund. Trigemini. — Schlemm u. D'Alton Ram. secundus Trigemini.

12) Born erwähnt gleich Schlemm u. D'Alton eine Innervation der „Lippenmuskeln" durch diesen Nerv. Ein genaue Verfolgung der terminalen Aestchen hat ausnahmslos eine Endigung im Integument ergeben (s. Anm. 10).

13) Auf der Abbildung nicht angegeben.

14) Born: Zweig des Ram. secund. Er soll im Schwimmmuskel enden. — Schmlemm u. D'Alton: Aeusserer Zweig des Ram. tert. Trigemini.

auflagernd, nach vorn zu treten. Kurz nachdem er die Fascie durchsetzt, giebt er eine schwankende Zahl kürzerer und längerer Zweige ab, welche in den Basilaris treten. Von diesen Zweigen zeichnet sich einer constant durch seine Grösse und seinen Verlauf aus. Er tritt nämlich steil nach unten und etwas nach vorn, um unter dem Boden des Orbita, vom Ram. cut. gedeckt, in den Muskel selbst einzutreten und sich in ihm nach vorn zu verästeln, so dass er leicht von der Ventralfläche des Basilaris aus zugänglich ist[15]). — Der Stamm des Ram. musc. dringt selbst im Niveau des hintern Randes des halbringförmigen Knorpels zwischen der 2. und 3. Portion des Basilaris, beiden Zweige gebend, nach aussen und unten, so dass er auf der Ventralseite, beim Aufheben des Process. spinosus mit seinen Muskeln sichtbar wird (Fig. 25). Hier spaltet er sich in 3 Aeste, welche in divergentem Verlauf in die 3 Spinoso-Muskeln eintreten.

B. Ramus internus (4, Fig. 23).

Stärker als der Ram. ext. Zerfällt sofort in einen vordern und hintern Zweig.

1) Ramus anterior (5, Fig. 21. 23. 26). Kräftiger Nerv. Verläuft zunächst auf der Fascie des Basilaris nach vorn, dicht an der Theilungsstelle vom Ramus posterior den

a) Ram. pharyngeus post. (6, Fig. 23. 26) abgebend. Derselbe verläuft gleich dem Stamm des Ram. ant. auf der Aussenfläche des Pharyngeus nach vorn (Fig. 26), von Strecke zu Strecke Aestchen in diesen absetzend und sich so erschöpfend.

Etwa im Niveau der Grenze zwischen Vomer und Ethmoid giebt der Ram. ant. weiter ab den

b) Ram. recurrens (7, Fig. 22. 23. 30)[16]). Dünner aber sehr langer Nerv von eigenthümlichem Verlauf. Er beschreibt im Allgemeinen eine lange nach vorn spitz ausgezogene Schlinge. In seiner Richtung nach vorn und medianwärts liegt er der Aussenfläche des Pharyngeus dicht an, auf der Fascie des Basilaris verlaufend. Da wo die fächerförmige Verstärkungsparthie des

15) Nach Schlemm u. D'Alton „scheint sich ein kleines Aestchen in der Speicheldrüse selbst zu verlieren". Ich habe dies nicht bestätigen können. Sollte nicht eine Verwechslung mit dem oben beschriebenen vordern Muskelzweige vorliegen? Die allerdings im Beginn seines Verlaufs der Speicheldrüse zusteuernde Richtung spricht dafür.

16) Von Born übersehen. Schlemm u. D'Alton: Zweig des innern Astes vom Ram. tert. Trigem.

innern Pharyngeusstratums mit ihrem hintern Rande an die Hauptmasse des Pharyngeus anschliesst (y, Fig. 22), dringt der Nerv durch die Ringfasern und erscheint jetzt auf der Innenfläche des vordern innern Pharyngeusstratums, hier an dieses einen kleinen nach aussen und vorn verlaufenden Zweig (Fig. 22) abgebend. Die Fortsetzung des Ram. recurrens perforirt dicht vor dem vordern Rande des innern Stratums dasselbe noch einmal, um wiederum auf der Aussenfläche desselben zu verlaufen. Unter die Seitenlappen der Zunge tretend versorgt er zunächst mit je einem kleinen Aestchen den Tendino-glossus und Lingual. propr. (Fig. 23), sowie mit einer schwankenden Zahl die Schleimhaut und Zähne sämmtlicher Zungenlappen, um dann in engem Bogen plötzlich sich nach rückwärts zu wenden, an der Innenfläche der Sehnenscheide des Longitudinalis linguae dicht neben dem der andern Seite verlaufend (Fig. 30), ohne mit ihm durch Queranastomosen zusammenzuhängen. An dem vordern Ende der dorsalen Portion des Hyo-hyoideus post. erhalten der Hyo-hyoideus und Hyo-branchialis je einen dünnen Faden [17]), und der Nerv divergirt von nun an mit dem der andern Seite, indem ein jeder sich an der Innenfläche des Hyo-hyoid. post. längs der Raphe hält, hier stellenweise Schlingen bildend, von denen, ebenso wie vom Stamme selbst Muskeläste zu beiden Portionen des Hyo-hyoid. post. abgehen, während die Fortsetzung des Stammes ziemlich plötzlich in lange dünne Fäden zerfällt, die sich, nach rückwärts laufend, im Longitudinal. ling. bis zur Spitze verästeln [18]). —

Etwa im Niveau des hintern Randes des rhombenförmigen Knorpels giebt der Ram. ant. weiter ab den

c) Ram. pharyngeus anterior (8, Fig. 23). Ziemlich kräftiger Nerv, der sich constant in 2 Zweige theilt, einen innern stärkern (auf der Abbildung abgeschnitten), der sich in den vorderen Abschnitten des Pharyngeus und der Pharynxschleimhaut

---

17) Auf der Abbildung nicht dargestellt.

18) Schlemm u. D'Alton lassen den Nerven bereits „in der Zunge" enden; seine Fortsetzung in die Sehnenscheide haben sie übersehen. Dass ihnen die Nerven für die beiden grössten Muskeln entgangen sind, erklärt sich einestheils aus dem unverhältnissmässig dünnen Querschnitt der Nerven gegenüber dem Volumen der Muskeln, anderntheils aus der Schwierigkeit der Verfolgung der Nerven im Bereich der Schlinge, wo eine so innige Verschmelzung mit dem benachbarten Bindegewebe statt hat, dass nur die sorgfältigste Präparation unter der Lupe und unter Controle durch das Mikroskop Garantie für die Richtigkeit des wahren Verlaufs giebt.

verästelt, und einen äussern dünneren, der das vordere innere Stratum des Pharyngeus versorgt.

d) Ram. muscular. pro Semi-annulari (9, Fig. 23), der letzte und schwächste Zweig des Ram. ant., den dieser in der Höhe des Ursprungs des Tendino-glossus abgiebt. Er verästelt sich nach aufwärts und aussen verlaufend im Semiannularis und der diesen bekleidenden Mundschleimhaut.

Die Endfortsetzung des Ram. ant. selbst läuft als

e) Ramus perforans (10, Fig. 23. 25)[19]) dicht auf der Fascie des vordersten Basilarisabschnitts gerade nach vorn, zieht dann in flachem Bogen nach aussen unter die Sehne des Copulo-glossus obliquus und über den Ausführungsgang der Speicheldrüse (z, Fig. 25) tretend, und durchbohrt endlich den Ringknorpel in seiner ganzen Dicke schräg von innen nach aussen, um sich nach Abgabe einer schwankenden Zahl von Aestchen für die Mundschleimhaut und ihre Zähne, sich in zahlreichen Zweigen für die drei Schichten des Annularis zu erschöpfen[20]).

2) Ramus posterior (11, Fig. 23)[21]). Bedeutend schwächer als der Ram. ant., von eigenthümlichem Verlauf. Er wendet sich sehr plötzlich unter rechtem Winkel vom Stamm ab, um nach unten, medianwärts und nach hinten zu verlaufen. Er versorgt zunächst mit je einem Aestchen den Hyomandibulari-semiannularis und den Pharyngeus post., verläuft dicht am vordern Rande des letzteren Muskels, hier einige feine Fädchen an das Schlundsegel mit seinen Muskeln abgebend. Kurz vor dem Ursprung des Pharyngeus löst sich der Muskelzweig für den Hyomandibulari-glossus (12, Fig. 22. 23) ab, der zwischen Pharyngeus und der Fascie des Basilaris im Bogen nach vorn und lateralwärts verläuft, in die ventrale Fläche des Muskels eintretend. Bald nach Abgabe dieses Zweiges dringt die Fortsetzung des Ram. post. um

---

19) Born: Endast des Ram. tert. Trigemini. Schlemm u. D'Alton: Ram. int. Trigemini.

20) Schlemm u. D'Alton lassen den Nerven durch den Ringknorpel treten, um die „faserige Substanz zwischen Mundschleimhaut und äusserer Muskelschicht zu versorgen". Offenbar verstehen sie unter der äussern Muskelschicht den Annularis ext., unter der faserigen Substanz aber den Annularis med., den auch Rathke und Mayer nicht als Muskel erkannt. Es erhellt zugleich, dass Schlemm u. D'Alton auch der Annularis int. entgangen. Eine einfache Verfolgung der Endäste lässt mit Leichtigkeit die Innervation aller 3 Schichten erkennen.

21) Trotz des mächtigen Verbreitungsgebietes von Born u. Schlemm u. D'Alton übersehen.

die Aussenfläche des Hyoidstücks nach unten und vorn, um auf die ventrale Fläche des Basilaris zu gelangen (13, Fig. 27). Hier wendet er sich nach vorn und medianwärts, um den Hyo-glossus, die beiden Copulo-glossi und den Annulo-glossus zu versorgen [22]). —

3) Facialis (VII, Fig. 18. 19. 21).

Wenig kräftiger, rein sensibler Nerv. Tritt mit dem Acusticus durch eine Oeffnung in die Gehörkapsel [23]), durchbort den vordern Umfang derselben schräg nach unten und vorn, um dicht an der Aussenfläche derselben den

1) Ramus recurrens (Rr, Fig. 19. 21) [24]) abzugeben, der sich in nahezu horizontalem Verlauf nach rückwärts um die Aussenfläche der Gehörkapsel schlägt, um mit dem Ramus lateralis des Vagus, nahe dessen Abgang von letzterem zu verschmelzen.

Die Fortsetzung des Stammes verläuft weiter nach vorn und lateralwärts, zwischen Auge und suboculärem Bogen, sich mit dem Hautaste des Ram. ext. Trigem. unter spizem Winkel kreuzend, über ihn tretend. Kurz vor der Kreuzungsstelle giebt er den

2) Ramus posterior (Rp, Fig. 21) [25]) ab, welcher nach hinten, aussen und unten verlaufend zwischen der dorsalen und ventralen Portion des Seitenrumpfmuskels unter die Haut dringt, in dieser sich zwischen Auge und 1. Kiemenloch verästelnd.

---

22) Die Aeste für diese 4 Muskeln treten ausnahmslos an der dorsalen Fläche der letztern ein. Auf der Abbildung sieht man sie auf der ventralen Fläche sich einsenken. Ebenso ist der Ast für den Copulo-glossus obliquus, der zwischen Basilaris und Copulo-glossus rectus verläuft, etwas nach aussen verlegt, um seinen Verlauf sichtbar zu machen.

23) Nach Schlemm u. D'Alton soll innerhalb der Gehörkapsel ein Fädchen vom Facialis zum häutigen Sacke des Vestibulums abgeben, ein Verhalten, das von Ketel (Gehörorgan d. Cyclostomen, in den anatom. Studien v. Hasse, 1873, XI), nach welchem einzelne Aeste an den Vestibularsäckchen sich verbreiten, bestätigt wird. Ich habe diese ausserhalb des Zwecks der Arbeit liegenden Beziehungen nicht näher untersucht.

24) Born: Ram. post., der sich mit dem Accessorius verbinden soll, „da, wo er als eigner Nerv vom gemeinsamen Stamme mit dem Vagus und dem ersten Kiemennerven abgeht". Schlemm u. D'Alton: Ram. post.; soll sich mit dem Vagus u. Glossopharyngeus verbinden, aus welcher Verbindung der Ram. lateral. entstehen soll. Ausserdem haben Schlemm u. D'Alton einen kleinen Ast beschrieben, der vom äussern Umfange der Schlinge entspringend den Seitenmuskel versorgen soll. (!) Ich habe diesen Ast niemals gesehen.

25) Von Born überhaupt nicht, von Schlemm u. D'Alton in seiner Endverbreitung nicht angegeben.

Kurz nachdem der Facialis den Trigem. gekreuzt, bei einigen Exemplaren schon vorher, bildet er ein lang gestrecktes, spindelförmiges, plattes Ganglion (z, Fig. 19. 21)[26]), das erst im Niveau der vordern Bulbuscircumferenz endet. Der Nerv schlägt sich hierauf über die 1. Portion des Basilaris aus der Orbita unter das Integument des seitlichen Kopfabschnitts, um hier zahlreiche, zum Theil nach rückwärts steuernde Hautäste[27]) abzugeben, die sämmtlich oberflächlicher liegen, als die benachbarten des Ophthalmicus und des Hautastes vom Ram. ext. Trig. Der vorderste Endzweig verbindet sich constant mit einem Zweige des Ophthalmicus (s. d.).

Schema der Muskelinnervation.

1) Oculomotorius.

Rectus superior (N. 1).
Rectus anterior (internus) (N. 4).
Obliquus anterior (inferior) (N. 5).

2) Trochlearis.

Obliquus posterior (superior) (N. 6).

3) Abducens.

Rectus posterior (externus) (N. 2).
Rectus inferior (N. 3).

4) Trigeminus.

I. Ophthalmicus.
Sensibel.

II. Maxillaris.
A. Ramus externus.
Spinoso-semiannularis anterior (N. 9).
Spinoso-semiannularis posterior (N. 10).
Spinoso-copularis (N. 11).
Basilaris (N. 14).

---

26) Von Born übersehen, von Schlemm u. D'Alton als „eigenthümliches bandartig plattes Geflecht" bezeichnet. — Die mikroskopische Untersuchung lässt zahlreiche Ganglienzellen erkennen.

27) Born lässt den Facialis im Schwimmmuskel enden.

B. Ramus internus.
Annularis (N. 7).
Annulo-glossus (N. 8).
Semiannularis (N. 12).
Hyomandibulari-semiannularis (N. 13).
Hyo-hyoideus anterior (N. 15).
Hyo-hyoideus posterior (N. 16).
Hyo-branchialis (N. 17).
Hyo-glossus (N. 18).
Hyomandibulari-glossus (N. 19).
Copulo-glossus rectus (N. 20).
Copulo-glossus obliquus (N. 21).
Branchio-glossus (Longitud. linguae.) (N. 22).
Lingualis proprius (N. 23).
Tendino-glossus (N. 24).
Velo-pharyngeus (N. 25).
Velo-hyomandibularis internus (N. 26).
Velo-hyomandibularis externus (N. 27).
Pharyngeus (N. 28).
Pharyngeus posterior (N. 29).

5. Facialis.

Sensibel.

B. Vergleichender Theil.

§ 1.
Augenmuskeln.

Der Rückbildung der Augen der Myxinoiden entspricht ein gänzlicher Schwund ihrer Bewegungsorgane und deren Nerven.

Bei Petromyzon und Ammocoetes[1]) bestehen 4 Recti und 2

1) Durch meine Untersuchungen der Kopfmuskulatur von Ammocoetes habe ich grösstentheils nur die Angaben Rathke's bestätigen können. Es beschränkt sich hier die Muskulatur, welche nach Abtrennung des Seitenrumpfmuskels am Kopf sich darbietet, abgesehen von den Muskeln des äussern Kiemengerüstes auf die Muskulatur der beiden „Lippen“, den Schlundschnürer, die Muskulatur des

Obliqui[2]) von denen diese durch ihren oberflächlichen Ursprung vor jenen ausgezeichnet sind. Ein gleiches Verhalten finden wir bei den Fischen, wo die schiefen Augenmuskeln nahe dem Orbitalrande, die geraden in dem Grunde der Augenhöhle oder in einem in dieselbe mündenden Knochencanale unterhalb der Schädelbasis ihren Ursprung nehmen[3]).

Die Innervation der Augenmuskeln anlangend besteht bei den Petromyzonten (s. d. Innervationsschema § 5, am Ende) die Eigenthümlichkeit, dass, während der Oculomotorius der Fische sämmtliche Augenmuskeln mit Ausschluss des Rect. ext. und Obliq. sup. versorgt, hier der Rect. inf. nicht vom Oculomotorius, sondern vom Abducens innervirt wird, so dass also der Abducens 2 Augenmuskeln versorgt. Dieses Verhalten ist vielleicht dahin zu deuten, dass der Rect. int. den vereinigten Rect. int. und Rect. inf. entspricht[4]) und dass in gleichem Maasse, wie diese beiden Muskeln sich späterhin in 2 gesondert, der Rect. inf. mit dem Rect. ext. verschmolzen, einen einzigen durch den Abducens innervirten Muskel vorstellend.

Aehnlichen Abweichungen vom allgemeinen Innervationsschema begegnen wir bei den Urodelen, speziell bei Salamandra und Triton, wo der Oculomotorius neben dem Obliq. inf. nur den Rect. int. und inf. versorgt, während der Nerv für den Obliq. sup. auch den Rect. sup. innervirt.

Schlundsegels und die Augenmuskeln (von Rathke nicht angeführt). Letztere, äusserst unansehnlich und zart, schienen mir nach Lage und Verlauf von denen der andern Petromyzonten keine nennenswerthe Abweichung darzubieten. Die Augenmuskelnerven sind mir in der relativ dicken Lage schwarzen Pigments, welche die Innenfläche der Orbita auskleidet, vollständig entgangen, ebenso der Facialis. Den Trigeminus glaube ich in stark reducirtem Zustande in Form eines dünnen Fadens wiedergefunden zu haben, welcher sich zum Theil in die Lippen- und Pharynxmuskulatur, so wie in den Schlundsegelapparat verlor (s. u.).

2) Ueber die Deutung der Obliqui von Petromyzon siehe § 5, Anm. 2.

3) Diese und spätere Angaben über Muskeln und Nerven der Fische stammen fast ausnahmlos aus Stannius' Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere und s. peripherischen Nervensystem der Fische.

4) Dafür spricht auch die constant beobachtete Innervation des Rect. int. durch 2 Zweige des Oculomotorius in welche derselbe schon vor Eintritt in den Obliq. inf. zerfällt (s. Fig. 19).

§ 2.

Trigeminusgruppe[1]).

1) Ram. ophthalmicus.

Während der Ophthalmicus von Bdellostoma und den Petromyzonten in Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei allen übrigen Wirbelthieren über den Opticus hinwegtritt, verläuft er bei Myxine unter demselben. Der Schlüssel zur Erklärung dieser scheinbar einzig dastehenden Anomalie giebt die Beobachtung, die ich an mehreren Exemplaren von Myxine gemacht, dass nämlich der Ophthalmicusstamm unter dem rudimentären Bulbus bei einem Exemplar sogar an der äussern Fläche desselben gelagert sich darbot, ein Verhalten, das bei Bdellostoma bereits so weit gediehen, dass der Ophthalmicus den Bulbus resp. den Opticus überlagert hat. Jedenfalls entspricht der Opticus sammt Bulbus, als der Wanderung fähig, einer spätern Bildung als der Trigeminus. —

Der Ophthalmicus der Myxinoiden führt motorische Elemente (vergl. die Muskelinnervationsschemata von Myxine und Petromyzon, § 3 und 5 am Ende), welche bereits den Petromyzonten abhanden gehen (vergl. dag. die Angaben Schlemm's und D'Alton's über den Ophthalm. § 5, Anm. 10 u. 12), so dass der Ophthalmicus aller übrigen Wirbelthiere nur sensible Elemente besitzt.

Die vom Ophthalmicus innervirten Muskeln der Myxinoiden sind Muskeln des Nasenrohrs und Tentakelkranzes, die bei den Petromyzonten ausgefallen sind. Die Innervation von Muskeln des Tentakelkranzes durch den Ophthalmicus gegenüber jener der Vorknorpelmuskeln von Petromyzon durch den Maxillaris verbietet, Tentakelkranz der Myxinoiden und Vorknorpel der Petromyzonten als homologe Bildungen anzusprechen.

Merkwürdiger Weise erhält auch der Palato-ethmoidal. superfic. einen Zweig vom Ophthalmicus, während der profund., ebenfalls ein Muskel, der einen Schädelabschnitt mit einem Derivat des Kieferbogens verbindet, vom Maxillaris innervirt wird. Es wäre denkbar, dass der Ursprung des Muskels, der mit einer Por-

---

1) In diesem Paragraphen sind die sensibeln Elemente des Trigeminus und Facialis mit berücksichtigt. Aus diesem Grunde bin ich bei der Feststellung der Homologien von Muskeln, anstatt Muskelgruppen zusammenzufassen, von den Nerven ausgegangen, deren Homologie ich zu einem grossen Theile sowohl innerhalb der Cyclostomenabtheilung als auch ausserhalb derselben mit in den Bereich meiner Betrachtungen ziehen musste.

tion bei Myxine das Cranium betrifft, ursprünglich auf den Schädel beschränkt gewesen und mit seiner voluminöseren Entwickelung allmählig auf die benachbarte Gaumenleiste übergegriffen, ein Verhalten, das bei Bdellostoma dahin geführt, dass der Muskel ausschliesslich von letzterer entspringt.

Was die sensibeln Elemente des Ophthalmicus anlangt, so müssen die beiden Rami cutanei sup. und die Endfortsetzung des Ophthalmicus der Myxinoiden als Aequivalente des Hauptstammes des Ophthalm. der Petromyzonten beurtheilt werden. Die Verbindung eines seiner untern Aeste mit der Endfortsetzung des Facialis übernimmt bei den Myxinoiden der Ram. cut. sup. post. Aehnliche Verbindungen mit den sensiblen Zweigen des Facialis bestehen bei den Fischen, welche den Ophithalm. bald aus 2 gesonderten Strängen, bald aus einfachem Stamm bestehend aufweisen.

Der Ram. nasal. der Myxinoiden findet sich bei Petromyzon wieder, aber entsprechend der Rückbildung des Nasenrohrs in bedeutend reducirtem Zustande. Er wird bei keinem übrigen Wirbelthier vermisst.

Ausserdem finden sich bei Petromyzon einige unansehnliche Aestchen, welche am vordern Umfang der Orbita vom Ophthalmicus entspringend zum Theil dorsalwärts bis ins Integument dringen und jedenfalls als Homologa der Rr. frontales der Fische zu beurtheilen sind. Myxine weist sie noch nicht auf.

Ciliarnerven gehen den Cyclostomen ab.

2) Ramus maxillaris Trig. und Facialis[2]).

A. Vergleichung innerhalb der Cyclostomenabtheilung.

1) Maxillaris.

Bei Myxinoiden wie Petromyzonten ist der Ram. maxillaris vom Ophthalmicus durch den Arcus subocularis geschieden. Bei Beiden zerfällt er in einen Ram. ext. und Ram. int.

Bei den Myxinoiden innervirt der Ram. ext. des Maxillaris fast sämmtliche Muskeln des Kieferbogens (s. u. Facialis), ausser-

2) Die Umbildungen, die der Ram. maxill. Trig. u. Facialis der Cyclostomen in Anschluss an die zahlreichen eigenartigen Differenzirungen der Muskeln des Visceralskelets, namentlich des Zungenbeinbogens eingegangen, sind so beträchtlich, dass an eine sofortige Vergleichung der Nerven und ihrer Muskeln mit den Fischen nicht zu denken war. Vielmehr erschien es nothwendig, zunächst durch den Vergleich innerhalb der Cyclostomenabtheilung einige gemeinsame Charactere zu sondern, die eher eine Feststellung von Homologien mit den Fischen, besonders einigen Selachiern, gestatteten.

dem die Muskulatur des Schlundsegels und 2 Muskeln, welche die Copula mit dem Ethmoid resp. dem Tentakelkranz verbinden. Bei Petromyzon erschöpfen sich die motorischen Aeste des Ram. ext. in der Innervation des Basilaris[3]) und Spinoso-copularis.

Da bei Petromyzon der rudimentäre Kieferbogen keine Muskeln besitzt, ebenso wenig eine dem Schlundsegel der Myxinoiden homologe Bildung besteht (s. u. Ram. int.) so bleiben von den vom Ram. ext. innervirten Muskeln der Myxinoiden nur der Copulo-tentacularis und der Copulo-ethmoidalis für den Vergleich übrig und diese lassen sich sehr wohl als Homologa des Spinoso-copularis von Petromyzon deuten. Bei den Myxinoiden wie bei Petromyzon findet der Ursprung an der Copula statt, bei Beiden besteht ein dorsalwärts gerichteter Verlauf, nur hat bei Petromyzon, wo dem Ethmoid der Charakter eines ausgiebiger Bewegungen fähigen Skeletstücks abhanden geht und auch keine dem Tentakelkranz entsprechende Bildung besteht, ein Abschnitt des Vorknorpelsystems, der Proc. spinos. des Ringknorpels, zur Insertion dienen müssen. Der Vorstellung, dass beide Muskeln bei Myxine, welche dicht neben einander entspringen und grösstentheils dicht neben einander verlaufen, mit der Zeit in einen Muskel verschmolzen sind, steht Nichts im Wege.

Der Basilaris muss als eine dem Vorknorpelsystem eigenthümliche und deshalb den Myxinoiden fremde Bildung beurtheilt werden.

Bei Ammocoetes, wo die Vorknorpel noch nicht entwickelt sind und die Rudimente des Kieferbogens[4]) nicht Muskeln zum

3) Die beiden Spinoso-semiannulares sind hier in den Basilaris mit eingerechnet, da sie nur vordere Abtheilungen dieses Muskels darstellen und als solche auch von demselben Zweige des Ram. ext. (Ram. musc. s. § 5) innervirt werden.

4) Als einzige auf das Visceralskelet reducirbare Bildung wird bei Ammocoetes eine der Schädelbasis anlagernde dünne paarige Knorpelleiste angetroffen, von der es nicht mehr nachgewiesen werden kann, ob sie dem Maxillare, Pterygoideum oder Palatinum der Fische entspricht. (S. Müller, vergleich. Anat. der Myxinoiden, 1. Theil Seite 160). Nach Langerhans (Untersuchungen über Petrom. Plan., Freiburg 1873) entsprechen die vordern Abschnitte der Leiste dem harten Gaumen und Keilbeinkörper, die hintern dem Körper des Occipitale. — Der von Langerhans vermittelst Maceration des Ammocoetesskelets in Salpetersäure entdeckte dünne lateralwärts strebende Knorpelfortsatz vor der Gehörkapsel, der nur der Anlage des Zungenbeinbogens entsprechen kann, ist im Texte nicht erwähnt worden, da er Muskeln weder zum Ursprung noch zum Ansatz dient.

Ansatz dienen, enthält der Ram. ext. des Maxillaris keine motorischen Elemente. —

Die sensibeln Zweige des Ram. ext. anlangend, so werden bei den Myxinoiden angetroffen

1) solche für das Integument am vordern Mundrand und die Tentakel (Endäste des Ram. ant. s. § 3).

2) solche für die die Ventralfläche der Vomerinplatte und der Palatinumleisten überkleidende Schleimhaut (Rr. palatini) und

3) solche für die Schleimhaut und Zähne der Zunge.

Bei Petromyzon [5]) finden sich die beiden ersten wieder, doch haben sich die Hautäste in e i n e n mächtigen Ram. cutan. gesammelt, dessen Ausbreitungsgebiet eine jenem des Ophthalmicus nahe kommende Ausdehnung erlangt hat. Die Rr. palatini erscheinen rückgebildet und nur durch einen unansehnlichen Ram. palatinus repräsentirt. Die Zweige für Schleimhaut und Zähne der Zunge sind ganz in Wegfall gekommen (s. u. Ram. int.). —

Der vorwiegend motorische R a m. i n t. d e s M a x i l l a r i s stellt bei den Myxinoiden einen einfachen Stamm vor, der bei Petromyzon sich in einen vordern und hintern Ast gesondert hat.

Bei den Myxinoiden innervirt der Ram. int. des Maxillaris nur Muskeln des Zungenbeinbogens und der Zunge. Desgleichen besteht das Innervationsgebiet des Ram. int. bei den Petromyzonten zum grössten Theil aus Muskeln des Zungenbeinbogens und der Zunge (s. d. Innervationsschemata § 3 u. 5 am Ende); ausserdem umfasst es aber noch die Muskulatur des Pharynx und Schlundsegels, so wie endlich den Annularis und Semiannularis.

Es erhellt hieraus zugleich, dass das Schlundsegel der Myxinoiden, dessen Muskulatur der Ram. ext. innervirt, kein Homologon des Schlundsegels der Petromyzonten sein kann [6]).

Eine Pharynxmuskulatur besteht allerdings bei den Myxinoiden, doch ist diese dem Pharyngeus der Petromyzonten [6]) keineswegs vergleichbar. Ersterer nimmt seinen Anfang erst da wo der Pharyngeus [7]) endet, nämlich im Niveau des Hyoidstücks. Die Muskelfasern entspringen bei Myxine im vordersten Abschnitt am seitlichen Umfange des Endstücks der Copula, weiter hinten an

---

5) Ueber den Verlauf des Ram. ext. bei Ammocoetes konnte nichts Sicheres ermittelt werden.

6) 6) Ueber die Muskulatur des Schlundsegels und Pharynx bei Ammocoetes s. w. u.

7) In die Bezeichnung Pharyngeus ist hier der Pharyngeus post. mit eingerechnet.

der lateralen Fläche des Fascie des Copulo-copularis (Fig. 12, x) in dessen ganzer Ausdehnung bis zum vordern Rande der ersten Kiemenconstrictoren. Die Insertion der nach oben, hinten und medianwärts, im vordersten Abschnitt fast senkrecht aufwärts verlaufenden Fasern, welche das Schlundrohr seitlich umfassen, findet statt in einer längs verlaufenden Linie an der ventralen Fläche der Chordascheide, dicht neben dem Ursprung des Seitenrumpfmuskels[8]). Abgesehen aber von diesen Lage- und Verlaufsanomalien verbietet die Innervation dieses Muskels durch den Ram. pharyngeus des Vagus ihn als Homologon des Pharyngeus der Petromyzonten zu deuten.

Dass der Annularis und Semiannularis von Petromyzon als ursprünglich dem Pharyngeus angehörige Bildungen zu beurtheilen sind, dafür spricht

1) die submucöse Lagerung aller drei Muskeln

2) die Innervation aller drei durch einen Nervenast (vorderen Zweig des Ram. int.)

3) die Anordnung der Mund- und Rachenmuskulatur bei der Jugendform, dem Ammocoetes. Hier findet sich der Annularis int. und Semiannularis wieder in Form einer Ringmuskelschicht, welche der Schleimhaut der Mundhöhle angrenzend nach hinten und unten an die Ringmuskelschicht des Constrictor pharyngis anschliesst. Ausserdem bestehen an der ventralen Fläche der „Unterlippe“ 2 schräge sich durchkreuzende Muskelstrata, welche zum Theil in die Muskulatur der „Oberlippe“ einstrahlend nach hinten und unten dem Schlundschnürer auflagern. Der Annularis ext. ist bei Ammocoetes vertreten durch eine Längsfaserschicht, welche sich vom vordern Mundrand bis zum Schlundschnürer erstreckt. Auch eine Mittelschicht des Annularis findet sich bei Ammocoetes in Form relativ kräftiger, schräg nach oben und vorn verlaufender Bündel, welche zum Theil mit den erst erwähnten schiefen Fasern zusammenhängen.

Somit wird es sehr wahrscheinlich, dass mit Entwickelung der Vorknorpel bei Petromyzon eine Sonderung des ursprünglich verschmolzenen Stratums in 3 hinter einander liegende Muskeln Platz gegriffen hat. Unentschieden muss es bleiben, ob die Längsfasern des Pharyngeus aus den hintern Abschnitten der Längsmuskelschicht von Ammocoetes sich entwickelt haben.

8) Bei Bdellostoma fehlt nach Müller ein hinterer reichlich 2 Drittel des ganzen Muskels betragender Abschnitt vollständig; der vordere Abschnitt bietet Continuitätstrennungen dar, so dass Müller ihn in Portionen sondert.

Rechnet man also, wie billig, den Annularis und Semiannularis dem Pharyngeus zu und sieht man aus den genannten Gründen von diesem und der Muskulatur des Schlundsegels ab, so reduciren sich die Muskelinnervationsschemata des Ram. int. für Myxine und Petromyzon folgender Maassen:

Myxine.	Petromyzon.
Copulo-copularis	Hyo-hyoideus ant. Hyo-hyoideus post.
Longitud. ling. Perpendicularis	Longitud. ling.
Copulo-glossus supf.	Annulo-glossus Copulo-glossus rect.
Copulo-glossus prof.	Copulo-glossus obliq.
Hyo-copulo-glossus	Hyomandibulari-glossus Hyomandibulari-semiannular. Hyo-branchialis Tendino-glossus.

Hier springt zunächst die übereinstimmende Bildung des Copulo-copularis und des Hyo-hyoideus[9]) in die Augen. Dass beide Homologa sind, unterliegt keinem Zweifel. Bei Myxine wie Petromyzon stellt der Muskel einen Hohlkörper dar, in dessen Binnenraum der Longitudinalis linguae lagert, dessen vorderer Abschnitt den Beginn des Canals für die Sehne des letzteren umfasst. Selbst die Anordnung der Ringfasern auf dem Querschnitt ist bei Beiden eine gleiche. Bei Beiden verläuft der zugehörige Nerv an der Innenfläche des Muskels und strahlt, nachdem er ihn innervirt, in den Longitud. ling. aus. Dagegen bestehen Abweichungen in der Grössenentwickelung und den Insertionsbeziehungen. Während der Copulo-copularis in seinen vordern Abschnitten am Endstück der Copula entspringt und inserirt, findet die Anheftung und der Ursprung des Hyo-hyoideus am Hyoidstück statt. Die Reduction der Copula bei Petromyzon und deren Loslösung vom ventralen Ende des Zungenbeinbogens, sowie das Auftreten eines Hyoidstücks bei Petromyzon in der Gegend des Ursprungs des Copulo-copularis erklärt dies. Diese geänderten Insertionsverhältnisse geben ebenso eine Erklärung für das abweichende Verhalten der Raphe, die bei Myxine in der Mediane bei Petromyzon seitlich lagern. Während die unpaare Copula Anlass gab zur Entwickelung einer dorsalen und ventralen Raphe konnte das paarige Hyoidstück nur je ein laterale entsenden. Das Volumen des Copulo-copu-

9) Da der Hyo-hyoid. ant. nur eine vordere Portion des Hyoid. post. repräsentirt sind beide der Kürze halber als Hyo-Hyoideus zusammengefasst.

laris erscheint bei Petromyzon ziemlich beträchtlich reducirt, derart, dass, während bei Myxine der Muskel, an die Innenfläche des Seitenrumpfmuskels anschliessend und von der ventralen Fläche der Chordascheide nur durch das Schlundrohr getrennt, die Kiemen nach rückwärts verdrängt und sich bis zum hintern Ende des Longitud. ling. erstreckt hat, der Hyo-hyoideus zwischen beiden Kiemenreihen Platz gefunden hat, nur die vordern Abschnitte des Längsmuskels umschliessend. Dementsprechend hat sich auch die sackartig das hintere Ende des Longitud. ling. umschliessende, mit der Raphe zusammenhängende Fascienkappe des Copulo-copularis bei Petromyzon zu einer dreieckigen aponeurotischen Lamelle mit freiem hintern Rande rückgebildet.

In gleicher Weise begegnet man in dem Longitud. ling. der Petromyzonten zahlreichen durch Anpassung erworbenen Differenzirungen des Längsmuskels der Zunge der Myxinoiden. Die unverkennbar gleiche Anlage beider hat sich erhalten in der genau übereinstimmenden Innervation, in der gleichen Beziehung zu den benachbarten Weichtheilen (Hohlmuskel und Nerv) in der gleichen Insertion, endlich in der übereinstimmenden Structur (Doppelfiederung und langer Endsehne) des Muskels. Der Ursprung des Muskels bietet Abweichungen. Bei den Myxinoiden hat die Existenz des Perpendicularis, die ihrerseits wieder durch das Vorhandensein der beiden Knorpelplättchen als Ursprungs- und Insertionsstelle erklärt ist, für den Longitud. ling. auf eigenthümliche Weise das Punctum fixum geschaffen, derart, dass die hintersten Enden beider Hälften des Muskels jenseits des Perpendicularis mit einander verschmelzen konnten (s. im beschreibenden Theil, § 2). Bei Petromyzon dagegen hat einmal der Wegfall jener beiden, höchstwahrscheinlich ursprünglich der Copula angehörigen Skeletabschnitte und in Folge dessen des Perpendicularis, das andere Mal der Umstand, dass der Muskel vermöge seiner nach hinten sich verjüngenden Form zwischen den Kiemenreihen (die bei Myxine nach hinten verdrängt worden sind) den knorpligen Herzbeutel und die benachbarten mit demselben in continuirlichem Zusammenhange stehenden Abschnitte des äussern Kiemengerüstes hat erreichen können, beträchtliche Aenderungen des Ursprunges zur Folge haben müssen, so zwar, dass ein ursprünglich dem Zungenbeinbogen angehöriger Muskel seinen Ursprung von Abschnitten der hintersten Bogen des äussern Kiemengerüstes genommen hat.

Weniger in die Augen springend ist die Homologie der Copulo-glossi bei beiden Repräsentanten der Cyclostomen. Hier

sind im Anschluss an die Reduction und Wanderung der Copula bei den Petromyzonten nicht unbeträchtliche Umbildungen eingetreten. Doch haben sich als gemeinsame Charaktere abgesehen von der Innervation die übereinstimmenden Ursprünge, so wie die Beziehungen zu den anliegenden Weichtheilen (oberflächliche Lagerung an der Ventralseite unmittelbar unter der Rumpfmuskulatur) im Allgemeinen erhalten. Den Verlauf der Fasern dagegen anlangend hat die Umbildung des hintern Zungenknorpels der Myxinoiden in einen langen Skeletabschnitt, so wie die Rückbildung der Copula, deren hinteres Ende bei den Petromyzonten vom hintern Ende des hintern Zungenbeinknorpels sogar nach hinten überragt wird, für den Copulo-glossus rectus einen geradezu entgegengesetzten Verlauf geschaffen, während der Copulo-glossus obliquus im Allgemeinen seine Richtung nach vorn beibehalten hat. Zur Lösung der Frage, welchem Copulo-glossus der Petromyzonten der Copulo-glossus superfic. und welchem der Copulo-glossus profund. entspricht, geben die Verhältnisse bei Petromyz. marin. keine, die bei Petromyz. fluviat. sehr wichtige Anhaltspunkte. Während nämlich dort die Ursprünge der beiden Muskeln an der Copula derartig verschmolzen sind, dass man über oberflächlichere und tiefere Lagerung kein Urtheil gewinnen kann, documentirt sich bei Petromyz. fluviat., wo der Copulo-gloss. rect. in seinem Ursprunge weit nach vorn greift und den obliq. zum Theil deckt, unzweifelhaft ersterer als oberflächlicher Muskel und somit dem Copulo-gloss. superfic. der Myxinoiden homolog. Unerklärlich bleibt dabei nur die Wanderung der Insertion vom vordern auf den hintern Zungenknorpel.

Dem Copulo-gloss. rect. ist höchstwahrscheinlich der Annuloglossus als lateraler Kopf, der vom Ringknorpel entspringt, zuzurechnen. Die Innervation durch denselben Nervenast, der übereinstimmende Verlauf und die Verwachsung beider Muskeln im Bereich ihrer Insertion sprechen dafür.

Es restirt von der durch den Ram. int. des Maxillaris innervirten Muskelgruppe bei den Myxinoiden nur noch der Hyo-copuloglossus und dieser findet sein Homologon im Hyomandibulari-glossus der Petromyzonten. Bei Beiden lagert dieser Muskel grösstentheils unmittelbar unter der Schleimhaut. Der Ursprung erscheint bei Petromyzon etwas reducirt indem er sich auf den obern Abschnitt des Zungenbeinbogens (Hyomandibulare) beschränkt. Der Verlauf der Fasern ist im Allgemeinen derselbe geblieben, aber die Insertion hat beträchtliche Umbildungen bei Petromyzon

erfahren. Während dieselbe bei den Myxinoiden hauptsächlich an der Copula geschieht, und die Sehne nur einen Ausläufer in Form des Retinaculums zum Zungenlappen schickt, ist die Insertion an der Copula bei Petromyzon ganz ausgefallen und hat das Haftband sich nach und nach zur Insertionsportion des Muskels differenzirt, welche aber bei Petromyzon nicht mehr die Zunge erreicht, sondern dicht vor dieser an der Sehne des Longitud. ling. ihre Anheftung gefunden hat. —

Der Hyo-glossus muss als ein den Petromyzonten eigenthümlicher Muskel gedeutet worden, der mit der Differenzirung des Zungenbeinbogens in Hyomandibulare und Hyoidstück und der bedeutenden Verlängerung des hintern Stützknorpels der Zunge aufgetreten ist.

Ebenso müssen als den Myxinoiden fremde Bildungen der Lingualis, Tendino-glossus und Hyomandibulari-semiannularis beurtheilt werden.

Fraglich ist, ob der Hyo-branchialis einen selbstständigen Muskel repräsentirt, oder vielmehr dem Hyo-hyoid. zuzurechnen ist. Die übereinstimmenden Ursprungs- und Innervationsverhältnisse sprechen für Letzteres; der Verlauf der Fasern und die Insertion am äussern Kiemengerüst dürften als minder wichtige Momente dieser Ansicht nicht hinderlich sein. —

Bei Ammocoetes ist ein Zungenbeinbogen noch nicht entwickelt (s. Anm. 4). Das und der Mangel von Muskeln, welche den Zungenzapfen bewegen, erklärt es, warum der Ram. int., so weit er Muskeln des Zungenbeinbogens versorgt, nicht besteht. Wohl aber wird bereits ein dem Schlundsegel von Petromyzon vergleichbarer Apparat in Form zweier lappenförmigen Schleimhautduplicaturen [10]) an der Grenze zwischen Rachen und Kiemenhöhle mit eingesprengten sich kreuzenden Muskelfasern ohne skeletöse Grundlage angetroffen. —

Was die sensiblen Elemente des Ram. int. bei den Myxinoiden anlangt, so beschränken sich diese auf den Ram. pro lingua. Bei Petromyzon erscheint derselbe wieder als Zweig des Ram. recurrens; ausserdem treten hier mehrere Zweige für die Mundschleimhaut und deren Ossificationen, die Hornzähne, sowie für die Pharynxschleimhaut vom Ram. int. ab. —

---

10) Von RATHKE ausführlich beschrieben und abgebildet. Ueber seine Innervation s. § 1 dieses Theils, Anm. 1.

2) Facialis.

Bei beiden Repräsentanten der Cyclostomen durch seine geringe Stärke und seinen übereinstimmenden Austritt (zwischen Trigeminus und Acusticus) ausgezeichneter Nerv.

Während er bei den Myxinoiden 3 Muskeln des Zungenbeinbogens versorgt (siehe das Innervationsschema, § 3 am Ende) von denen zwei am Kieferbogen, einer am Cranium entspringt, bietet der Facialis der Petromyzonten sich als lediglich sensibler (der Ram. recurrens führt dem Ram. lateral. n. vagi nur sensible Elemente zu) Nerv dar. Es werden also der Copulo-quadrat. superfic., der Hyo-copulo-palatinus und Cranio-hyoideus der Myxinoiden als den Petromyzonten fremde Muskeln beurtheilt werden müssen; dass sie hier in Wegfall gekommen, erklärt sich zum Theil aus dem Mangel eines Kieferbogens als muskeltragenden Abschnitts.

Unerklärlich bleibt dagegen die verschiedenartige Innervation der beiden Copulo-quadrati durch Trigem. und Facialis. —

Der nach hinten und rückwärts verlaufende Ram. cutan., sowie die mit dem Ram. cutan. sup. post. des Ophthalmicus Verbindungen eingehenden Verzweigungen des Stammes bei den Myxinoiden erscheinen bei Petromyzon wieder, und zwar ersterer als Ram. post., während die Fortsetzung des Facialisstammes durch seine Verbreitung im Integument und seine Verbindung mit dem Ophthalmicus die Charaktere der Endverzweigung des Facialis der Myxinoiden wiederholt.

Der Ram. recurrens und das Ganglion müssen als den Myxinoiden fremde Bildungen beurtheilt werden.

B. Vergleichung mit den Selachiern.

Leider liegen zur Zeit ausführlichere Untersuchungen über die Muskeln des vordern Visceralskelets der Fische nur von drei Repräsentanten der Selachier, Heptanchus, Scymnus und Acanthias, vor [11]), während die Muskeln der vordern Visceralbogen der andern durch den Besitz einer voluminöseren Copula ausgezeichneten Haie (Nictitanten, Scyllien, Rhinodonten u. s. w.) so wie von Chimaera und Lepidosiren (gerade die auslaufenden Abtheilungen der Holocephali und Dipnoi scheinen in Bezug auf die Configuration ihres

11) Vetter: Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische (Jena 1874). 1. Theil. — Die Angaben Cuvier's über die Kiemenmuskeln von Perca fluviatilis, also eines einzigen Repräsentanten der Unterordnung einer den Selachiern ungemein fern stehenden Teleostier-Ordnung (Acanthopteri) blieben unberücksichtigt.

Visceralskelets und die Verschmelzung desselben mit dem Schädel, sowie durch andere mannigfache Einrichtungen sich als die Nächstverwandten der Cyclostomen erhalten zu haben) meines Wissens noch nicht zum Gegenstand eingehender Untersuchungen [12]) gemacht worden sind.

Ich beschränke mich daher bei dem Versuche eines Vergleichs der von der Trigeminusgruppe innervirten Muskeln des Visceralskelets (da der Ophthalmicus von den Selachiern an nur sensible Elemente führt, wird nur vom Maxillaris und Facialis die Rede sein können) auf die Abtheilung der Selachier. Aus Gründen, die später von selbst sich ergeben werden, weiche ich hierbei von dem frühern Verfahren etwas ab und suche, anstatt von den Nerven auszugehen, zunächst Muskelgruppen zusammenzufassen, so weit sie sich den von Vetter [13]) unter Zugrundelegung der Gegenbaur'schen Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere (3. Heft) aufgestellten Systemen einordnen liessen.

Zunächst erscheinen bei den Myxinoiden als Muskeln, die durch ihre gemeinsamen Charaktere [14]) an die 1. Hauptgruppe, speziell die Untergruppe a (s. Anm. 13) erinnern, folgende:

---

12) Von Humphry's Monographie über die Muskulatur von Mustelus ist aus Gründen, welche Vetter in der Einleitung seiner Arbeit giebt, abgesehen worden.

13) Vetter sondert, der Terminologie Gegenbaur's folgend, die Muskulatur der Visceralbogen der Selachier in 4 Hauptgruppen:

1. Oberflächliche Ringmuskulatur (Constrictor arcuum visceralium).
2. Obere Zwischenbogenmuskeln (Interarcuales).
3. Mittlere Beuger der Bogen (Adductores arcuum visceralium).
4. Ventrale Längsmuskulatur (Coraco-brachiales).

Die erste Hauptgruppe scheidet er wieder in 4 „gesonderte Differenzirungen“:

a. Oberflächlicher Constrictor
b. Kiemenscheidewandmuskeln
c. Heber des Oberkiefers
d. Heber und Vorwärtszieher des Schultergürtels. —

Zunächst musste hier von der 4. Hauptgruppe ganz abgesehen werden, weil sie nicht dem System der Hirnnerven, sondern dem der Spinalnerven angehört. Die Untergruppen anlangend musste b, c und d ausser Acht gelassen werden, da den Cyclostomen ein Oberkiefer und Schultergürtel ganz abhanden geht, und ebenso wenig eine den Einrichtungen der Selachier entsprechende Anordnung neben einander bestehender äusserer und innerer Visceralbogen angetroffen wird. Somit werden im Text nur die 3 ersten Hauptgruppen und unter der ersten nur Gruppe a berücksichtigt werden.

14) Wie bereits im Text erwähnt ist hierbei zunächst von der Innervation abgesehen. Auf das Verhalten der Nerven wird erst nach abgehandeltem Vergleich eingegangen worden. Es wird sich dabei ergeben, zum Theil vermöge

Palato-ethmoidalis (prof.)[15])
Copulo-ethmoidalis
Cranio-hyoideus
Copulo-copularis

bei den Petromyzonten

Spinoso-copularis (Homologon des Copulo-ethmoidalis)
Hyo-hyoideus ant. } (Homologa des Copulo-copularis)
Hyo-hyoideus post. }
Hyo-branchialis (dem Hyo-hyoideus angehörig? s. o.)

Es lassen sich nämlich für die Untergruppe a (Constrictor superfic.) der Selachier als gemeinsame Merkmale [16]) aufstellen:

1) für den dorsalen Abschnitt: Ursprung an einem Schädelabschnitt (resp. einer von diesem ausgehenden Dorsalfascie, im Allgemeinen ventralwärts gerichteter Verlauf der Fasern und Insertion an einem Visceralbogen (resp. dessen Derivate);

2) für den ventralen Abschnitt: Ursprung an einem (der ventralen Längsmuskulatur angehörigen) ventralen Sehnenstreif, im Allgemeinen dorsalwärts gerichteter Verlauf der Muskelfasern und Insertion an einem Visceralbogen.

Zunächst besitzen der Palato-ethmoidal., der Copulo-ethmoidalis und der Cranio-hyoideus sämmtliche Charaktere des Constrictor superficialis dorsalis der Selachier, denn sie verbinden den Schädel resp. einen Schädelabschnitt mit einem Visceralbogen resp. dessen Derivate, und der Faserverlauf ist ventralwärts gerichtet. Zu diesen Muskeln muss auch der Spinoso-copularis der Petromyzonten gerechnet werden, denn er ist, wie wir gesehen haben, höchst wahrscheinlich als Homologon des Copulo-ethmoidalis zu beur-

---

Rückschlusses von Muskelgruppen auf die innervirenden Nerven, dass Trigeminus und Facialis der Cyclostomen nicht in einer Weise gesondert sind, wie sie die Einrichtungen bei den Selachiern repräsentiren.

15) Ueber die muthmaassliche Stellung des Palato-ethmoid. superfic. und die Gründe, warum dieser Muskel hier nicht berücksichtigt worden ist, siehe im vergleich. Theile unter Ophthalmicus.

16) Das speziellere Verhalten ist kurz folgendes:

Der erste Constrictor superfic. dorsal. entspringt am Schädel und inserirt am Quadratum also am Kieferbogen, der zweite entspringt am Schädel und der oberflächlichen Dorsalfascie und inserirt theils am Oberkiefer (u. etwas am Unterkiefer) theils am Hyomandibulare (und etwas am Hyoidstück) also an Kieferbogen und Zungenbeinbogen.

Der zweite ventrale Constrict. superfic. (der 1. nicht vorhanden) entspringt vom ventralen Sehnenstreif und inserirt theils am Unterkiefer, theils am Hyoidstück, also an Kiefer- und Zungenbeinbogen.

theilen, trotzdem er seine Beziehungen zum Schädel als Ursprungsstelle verloren hat. Dagegen sind ihm als Merkmale, die er mit den angeführten Muskeln und dem Constrictor superfic. der Selachier gemein hat, der Verlauf der Fasern und die oberflächliche Lage, sowie die Insertion an einem Derivat eines Visceralbogens geblieben.

Die übrigen, dem ventralen Abschnitt des Constrictor superficialis der Selachier vergleichbaren Muskeln bieten noch zahlreichere, durch secundäre Anpassungen bedingte Abweichungen von dem Verhalten bei den Selachiern dar. Am meisten hat noch der Hyo-hyoideus ant. der Petromyzonten in seinem ringförmigen, beiderseits dorsalwärts gerichteten Verlauf, seiner oberflächliche Lagerung und seiner Insertion am Zungenbeinbogen die Charaktere eines ventralen Constrictor superficialis beibehalten. Der ventrale Sehnenstreif als Ursprung ist hier durch die Verschmelzung des ursprünglich paarigen Muskels verschwunden. Aehnliche Verhältnisse wie der Hyo-hyoideus ant. bildet der paarige Hyo-branchialis. Hier übernimmt ein Abschnitt der ventralen Längscommissur des äussern Kiemengerüstes die Rolle des ventralen Sehnenstreifs. Der Hyo-hyoid. post. dagegen weist höchstens in den vordersten Abschnitten seiner ventralen Portion Anklänge an das Verhalten eines ventralen Constrictors auf. Der grösste Theil des Muskels hat als eine Bildung, welche ihre Beziehungen zum Schlundrohr und Visceralskelet längst aufgegeben hat und in den Dienst einer speziellen Einrichtung, der Locomotion der Zunge getreten ist, so tief greifende Modificationen erlitten, dass er nur schwer erkennbare Merkmale einer ursprünglich gleichen Anlage darbietet. In noch höherem Grade gilt dies von dem Homologon des Muskels bei den Myxinoiden, dem Copulo-copularis. Hier sind durch zahlreiche eigenartige Differenzirungen die Charaktere eines oberflächlichen Constrictors fast bis zum Unkenntlichen verwischt. Man muss daher den Versuch aufgeben, Gründe heranzuziehen, die doch nur den Werth der Vermuthung haben können, dafür, ob und in wie weit die Muskeln, denen nur noch der ringförmige Verlauf der Fasern und die relativ oberflächliche Lage als Spuren gemeinsamer Anlage geblieben sind, in der Einrichtung einer seitlichen (Petrom.) und medianen (Myx.) Raphe ursprüngliche Insertions- und Ursprungsbeziehungen, oder secundäre Anpassungen zeigen, endlich, ob die dorsalen Abschnitte der Muskeln dem primitiven Verhalten des dorsalen Abschnitts eines Constrictor superfic., wie er bei den Selachiern angetroffen wird, direct vergleichbar sind, trotzdem die Beziehungen zum Schlundrohr, das ja bei den Cyclo-

stomen über ihnen lagert, aufgegeben sind, oder aber als ganz neue der Cyclostomenabtheilung eigenthümliche Bildungen angesprochen werden müssen. —

Für die 2. Hauptgruppe der Muskulatur des Visceralskelets der Selachier, die Interarcuales (s. Anm. 13) lassen sich als gemeinsame Merkmale zusammenfassen: Ursprung an einem Visceralbogen, im Allgemeinen nach vorn gerichteter Verlauf, Insertion an dem nächst vordern Bogen. Mit derartigen Eigenschaften behaftete Muskeln werden bei Petromyzon, wo ein Muskel tragender Kieferbogen nicht besteht, nicht angetroffen, bei den Myxinoiden dagegen drei: der Copulo-palatinus, der Hyo-copulo-palatinus und der Copulo-quadratus (superficialis)[17]. Alle drei verbinden in im Allgemeinen nach vorn gerichtetem Verlaufe den Zungenbeinbogen resp. ein diesem angehöriges Skeletstück (Copula) mit dem Kieferbogen resp. dessen Derivaten. Das primitive Verhalten des Ursprungs vom vordern Rande des Visceralbogens hat sich nur noch in der hintersten Portion des Hyo-copulo-palatinus erhalten. Die colossal entwickelte Copula musste für die vordere Portion dieses Muskels, sowie für die Ursprünge der beiden andern Muskeln für den Bogen selbst eintreten.

Die 3. Hauptgruppe endlich, welche die Adductoren der Bogen umfasst (s. Anm. 13) und als gemeinsame Charaktere Ursprung und Insertion an verschiedenen Stücken desselben Visceralbogens aufweist, findet in dem Quadrato-palatinus der Myxinoiden ein Homologon, während den Petromyzonten entsprechende Bildungen abgehen. —

Fast alle übrigen Muskeln des Kopfskelets der Cyclostomen, soweit sie hier nicht berücksichtigt worden sind, sind Muskeln, welche Beziehungen zu den Cyclostomen eigenthümlichen, den Selachiern fremden Einrichtungen aufweisen, wie dem Schlundsegelapparat, dem Tentakelkranz, den Vorknorpeln, endlich der Zunge und den Stützknorpeln derselben.

Ammocoetes gehen Muskeln des Kiefer- und Zungenbeinbogens (s. Anm. 4) vollkommen ab. —

Um endlich auf die Innervationsverhältnisse der von der Trigeminusgruppe versorgten Muskeln, so weit sie mit Muskeln des Visceralskelets der Selachier verglichen worden sind, zu kommen, so ergeben sich zunächst folgende Schemata:

---

17) Vom Copulo-quadratus prof. musste hier seines nach hinten gerichteten Verlaufs und der Lage-Abweichung wegen abgesehen werden.

1) Für die Selachier[18]):

Constrictor superfic. prim. (dem Kieferbogen angehörig)	Trigem.
Interarcualis prim. (zwischen Kiefer- u. Zungenbeinbogen)	fehlt
Adductor arc. visc. prim. (dem Kieferbogen angehörig)	Trigem.
Constrictor superfic. secund. (dem Zungenbb. angehörig, auf d. Kieferb. übergreifend)	Facialis
Interarcualis secund. (zwischen Zungenbeinbogen u. 1. Kiemenbog.)	fehlt
Adductor arc. visc. secund. (dem Zungenbeinbogen angehörig)	fehlt

2) Für die Cyclostomen:

Constrict. superfic. prim. (Palato-ethmoid.)	Trigem.
Interarcualis prim. (Cop.-palat., Hyo-cop.-palat., Cop.-quad.)	Trigem. u. Facialis
Adductor arc. visc. prim. (Quadrato-palat.)	Trigem.
Constrict. superfic. secund. (Cop.-ethmoid., Cranio-hyoid., Copulo-copul., Hyo-hyoid., Hyo-branch.)	Trigem. u. Facialis
Interarculis secund.	fehlt
Adductor arc. visc. secund.	fehlt.

Ein Vergleich dieser beiden Schemata (unter Zuhülfenahme von Anm. 18) ergiebt sofort

1) dass bei Selachiern wie bei Cyclostomen die Trigeminusgruppe von der Vagusgruppe streng geschieden ist, indem letzterer die Muskulatur der eigentlichen Kiemenbogen, ersterer jene der beiden ersten Visceralbogen als Innervationsgebiet zufallen,

---

18) Das speciellere Verhalten ist folgendes:

1) Gruppe des Constrict. superfic. (1. a. s. Anm. 13).

Constr. supfic. I.	Trigem. (R. maxill. inf.).
Constr. supfic. II.	Facialis.
Constr. supfic. III. etc. (eigentl. Kiemenbogen)	Glossopharyng. u. Vagus.

2) Gruppe der Interarcuales

Interarc. I. u. II.	fehlen.
Interarc. III. etc.	Vagus.

3) Gruppe der Adductores arc. visc.

Adduct. arc. visc. I. (Adduct. mandibul.)	Trigem. (R. maxill. inf.).
Adduct. arc. visc. II.	fehlt.
Adduct. arc. visc. III. etc.	Glossopharyng. u. Vagus.

2) dass innerhalb der Trigeminusgruppe die Sonderung in Trigeminus und Facialis bei den Cyclostomen und Selachiern nicht eine übereinstimmende ist. Vielmehr sind im Facialis der Selachier motorische Elemente enthalten, die bei den Cyclostomen in der Bahn des Trigeminus verlaufen, so wie andererseits bei letzteren Facialiszweige bestehen, die bei den Selachiern als Trigeminuszweige angetroffen werden. Dieses Verhalten ist ein neuer Beleg für die Richtigkeit des Gegenbaur'schen Schemas, nach welchem der Facialis dem hintern Abschnitt der Trigeminusgruppe angehört, derart, dass für den Facialis ein gesonderter Bogen des Visceralskelets als ursprüngliches Verbreitungsgebiet nicht nachgewiesen werden kann. (Damit steht im Einklang das Verhalten eines sensiblen Bestandtheils der Trigeminusgruppe, des Ram. palatinus. Während derselbe bei den Cyclostomen als Zweig eines Maxillarisastes angetroffen wird, erscheint er bei den Fischen bald dem Trigeminus angehörig, bald scheinbar selbstständig, bald als Ast des Facialis.)

Es erhellt endlich aus dem Vergleich der Innervation der Muskeln des Visceralskelets bei Cyclostomen und Selachiern, dass sowohl der Ram. ext. als der Ram. int. des Maxillaris der Cyclostomen motorische Elemente enthält, welche bei den Selachiern in der Bahn des Maxillaris inf. verlaufen. Dies setzt nothwendig voraus, dass bei den Cyclostomen eine Sonderung des Maxillaris in ganz anderer Weise erfolgt ist, als bei den Selachiern, wo eine Scheidung in einen sensiblen Maxillar. sup. und einen vorwiegend motorischen Maxillar. inf. stattgefunden, in einer Art, wie sie bei sämmtlichen übrigen Wirbelthieren wiederkehrt. Aus diesem Grunde ist auch eine Vergleichung des Ram. ext. und int. unter Mitberücksichtigung der sensiblen Elemente durch die Reihe der Fische und übrigen Wirbelthiere nicht mehr möglich.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—15: Myxine glutinosa. (Durchschnittlich 4fache Vergrösserung).

Bezeichnung der Skeletabschnitte (für sämmtliche Abbildungen geltend):

As Arcus subocularis.
B Basilartheil des Schädels.
C Tentakelkranz (Corona).
Cf Copularfortsatz.
Cl Copularlamellen.
E Ethmoid.
Gk Gehörkapsel.
H Zungenbeinbogen.
Hzk Hinterer Zungenknorpel.
P Gaumenleiste (Palatinum).
Ph Schlundsegelhalter (Pars horizontalis).
Pq Palatoquadratum.
Ps Processus spinosus der Gaumenleiste.
Ptr Querbügel des Schlundsegels (Pars transverra).
Q Quadratum.
T (T_1, T_2, T_3, T_4) Tentakelknorpel.
V Vomer.
Vzk Vorderer Zungenknorpel.

Bezeichnung der Muskeln:

Cc Copulo-copularis.
Ce Copulo-ethmoidalis.
Cglpr Copulo-glossus profundus.
Cgls Copulo-glossus superficialis.
Cp Copulo-palatinus.
Cqpr Copulo-quadratus profundus,
Cqs Copulo-quadratus superficialis.
Crh Cranio-hyoideus.
Ctc Copulo-tentaculo-coronarius.
Hcgl Hyo-copulo-glossus.
Hcp Hyo-copulo-palatinus.
Ll Longitudinalis linguae.
N Nasalis.
P Perpendicularis.

Pc Palato-coronarius.
Pepr Palato-ethmoidalis profundus.
Pes Palato-ethmoidalis superficialis.
Qp Quadrato-palatinus.
Te Tentaculo-ethmoidalis.
Tp Tentacularis posterior.
Vqp Velo-quadrato-palatinus.
Vsp Velo-spinalis.

Bezeichnung der Nerven:

I. Ophthalmicus.
II. Maxillaris.
II_1. Ram. ext. des Maxillaris.
II_2. Ram. int. des Maxillaris.
VII. Facialis.

1—6. Zweige des Ophthalmicus.

1 Ram. cut. sup. post.
2 Ram. cut. sup. ant.
3 Ram. nasalis.
4 Ram. musc. für d. Nasalis.
5 Ram. musc. für d. Palato-ethmoid. superfic.
6 Endfortsetzung des Ophthalmicus.

7—12. Zweige des Ram. ext. vom Maxillaris.

7 Ram. ant.
8 Oberflächlicher Zweig } des Ram. ant.
9 Tiefer Zweig } des Ram. ant.
10 11 Muskeläste des Ram. med.
12 Ram. post.

13—20. Zweige des Ram. int. vom Maxillaris.

13, 14 } Muskelzweige.
15 Ram. pro lingua.
16 Fortsetzung des Ram. int.
17 Vorderer Muskelzweig für den Copulo-copularis.
18 Gemeinsamer Stamm der beiderseitigen Rr. int.
19 Hintere Muskelzweige für den Copulo-copularis.
20 Endast des Ram. int.

Fig. 1. Kopfskelet von Myxine glutinosa von oben nach Abtragung des Schädeldachs.

x Angenommene Grenze zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen.
y Ligamentöser Strang zwischen Tentakelkranz und Copularlamellen.
I, II. Ursprünge des Kiefer- und Zungenbeinbogens von der Schädelbasis.

Fig. 2. Kopfskelet von Myxine von unten mit Schlundsegelapparat.

Fig. 3. Kopfskelet von Myxine von der Seite mit Copula und Zungenknorpel.

p Hinterer Fortsatz der hinteren Copularlamelle.
y Ligament zwischen Tentakelkranz und Copula.

Kieferbogen, Zungenbeinbogen und Zungenknorpel sind durch gelben, rothen und blauen Abdruck von einander unterschieden.

Fig. 4. Kopfmuskeln der Myxine von der Seite nach Abtragung des Seitenrumpfmuskels (nebst Tentacularis post.) der Bauchmuskeln, der Ursprungsportion des Palato-ethmoid. superfic. (die Insertionsparthie nach oben umgeschlagen) des Hyo-copulo-palat., Copulo-quadr.-superfic. und Cranio-hyoid. Die beiden Hautäste des Ophthalm. (s. Fig. 7) und der Muskelast für den Nasalis sind abgeschnitten.

x Opticus und rudimentäres Auge.
y Nasenkapsel.
z Nasenrohr.

Fig. 5. Kopfmuskeln der Myxine von der Seite nach Entfernung der Rumpfmuskeln und der Insertionsparthie des Palato-ethmoid. supfic. (die Ursprungsparthie nach oben umgeschlagen). Der Muskelast des Ram. int. (14) verlängert gezeichnet, um die Innervation der Copulo-glossi anschaulich zu machen.

Fig. 6. Kopfmuskeln der Myxine von der Seite nach Entfernung derselben Muskeln wie auf Fig. 5, ausserdem des Palato-ethmoid. prof. der nach oben, und des Hyo-cop.-palat. und Copulo-quadr. supf., die nach unten umgeschlagen sind. Die untere Hälfte des Cranio-hyoid. ist entfernt, der Proc. spinos. der Gaumenleiste abgeschnitten. Vom Copulo-quadratus prof. ist ein mittleres Stück excidirt; durch die Lücke kommt die bewaffnete Fläche der linken Zungenplatte zum Vorschein.

Fig. 7. Seitenansicht des Tentacul. post. u. Nasalis mit den Hautästen des Ophthalmicus nach Ablösung des Integuments.

x Seitenrumpfmuskel.
y Nasenrohr.

Fig. 8. Oberflächliche Muskeln nach Ablösung der schiefen Bauchmuskeln. Ventralansicht.

x M. rectus abdominis.

Fig. 9. Ventralansicht der Muskulatur des Schlundsegels und der unter der Mundschleimhaut gelegenen Muskeln der Gaumenleiste. Ram. int. (II_2) so wie der vordere und hintere Ast des Ram. ext. (7. 12) abgeschnitten.

Fig. 10. Stellung der Zunge vor dem Mundrand. Ventralansicht.

Fig. 11. dto. Seitenansicht.

Fig. 12. Stellung der Zungenplatten innerhalb der Mundhöhle bei Erschlaffung sämmtlicher Muskeln. Dorsalansicht.

x Constrictor pharyngis.

Fig. 13. Dorsalansicht der Copula mit ihren Muskeln. Der rechte Zungenbeinbogen (bei x) durchtrennt, der Schädel von der Copula abgehoben und nach links umgeschlagen. Der Hyo-copulo-glossus lateralwärts, der linke Zungenlappen (z) nach rechts gelegt, so dass des Retinaculum (y) in seinem Verlauf zur ventralen Fläche der Zungenplatte sichtbar wird. Der vordere Ast des Ram. ext. (7) und der Ram. pro lingua (15) abgeschnitten.

Fig. 14. Ventralansicht des Copulo-copularis, Longitud. ling. und Perpendicular. Ein mittleres Stück des ersten Muskels entfernt, um die konische Gestalt des Longitud. sichtbar zu machen.

x Ventrales Knorpelplättchen.
y Sehne des Longitud. ling.

Fig. 15. Dieselben Muskeln mit ihren Nerven, nachdem der Copulo-co-

pular. in der dorsalen Mittellinie gespalten und seine linke Hälfte lateralwärts geschlagen, die linke Hälfte des Longitud. vor der medianen Fläche der rechten Hälfte abgezogen, um die Innervation des Perpendicularis darzustellen.

Fig. 16—33: Petromyzon, und zwar

Fig. 16. 17. 28. 29. Petr. fluviat in 3- bis 4facher Vergrösserung.
Fig. 20. Petr. fluviat. in etwa 6facher Vergrösserung.
Fig. 18. 22—27. 30—33. Petr. marin. in annähernd natürlicher Grösse.
Fig. 19. Petr. marin. in 5facher und
Fig. 21. Petr. marin. in 3facher Vergrösserung.

Bezeichnung der Skelettheile
(gleich jener der Muskeln und Nerven für alle Abbildungen gültig):

Ak Aeusseres Kiemengerüst.
B Basilartheil des Schädels.
C Copula.
Ca Ringknorpel (Cartilago annularis).
Cl Seitenknorpel (Cartil. lateral.).
Cr Rhombenförm. Knorpel (Cartil. rhomboid.).
Cs Halbmondförm. Knorpel (Cartil. semiannularis).
E Ethmoid.
Gk Gehörkapsel.
Hm Hyomandibulare.
Hs Hyoidstück.
Hzk Hinterer Zungenknorpel.
P Palatinum.
Pq Quadratum.
Ps Processus spinosus.
Q (As) Quadratum (Arcus subocularis).
V Vomer.
Vzk Vorderer Zungenknorpel.

Bezeichnung der Muskeln:

A (Ae, Am, Ai) Annularis (ext. med. int.).
Agl Annulo-glossus.
B Basilaris (B_1 erste, B_3 dritte Portion).
Cglo Copulo-glossus obliquus.
Cglr Copulo-glossus rectus.
Hbr Hyo-branchialis.
Hgl Hyo-glossus.
Hha Hyo-hyoideus ant.
Hhp Hyo-hyoideus post.
Hmgl Hyomandibulari-glossus.
Hms Hyomandibulari-semiannularis.
Ll Longitudinalis linguae.
Lpr Lingualis proprius.
Oa Obliquus ant. (inf.).
Op Obliquus post. (sup.).
Ph (Phe, Phi) Pharyngeus (Stratum ext. u. int.).

Php Pharyngeus post.
Ra Rectus ant. (int.).
Ri Rectus inf.
Rp Rectus post. (ext.).
Rs Rectus sup.
S Semiannularis.
Spc Spinoso-copularis.
Spsa Spinoso-semiannularis ant.
Spsp Spinoso-semiannularis post.
Tgl Tendino-glossus.
Vhme Velo-hyomandibularis ext.
Vhmi Velo-hyomandibularis int.
Vph Velo-pharyngeus.

Bezeichnung der Nerven:

II Opticus.
III Oculomotorius.
IV Trochlearis.
V Trigeminus.
V_1 Ophthalmicus.
V_2 Maxillaris.
VI Abducens.
VII Facialis.
VIII Acusticus.
X Vagus.
1. Ram. ext. des Maxillaris.
2. dessen Hautast.
3. dessen Muskelast.
4. Ram. int. des Maxillaris.
5. dessen vorderer Ast.
6. Ram. pharyng. post.
7. Ram. recurrens
8. Ram. pharyng. ant.
9. Ram. musc. pro Semiannul.
10. Ram. perforans
(6.–10.: des vordern Astes vom Ram. int.)
11. Hinterer Ast des Ram. int.
12. Ram. musc. pro Hyomand.-gloss.
13. Endfortsetzung des Ram. int.

Fig. 16. Kopfskelet von Petrom. fluv. von der Seite (Kieferbogen, Zungenbeinbogen und Stützskelet der Zunge durch gelben, rothen und blauen Abdruck wie auf Fig. 1—3 unterschieden).

I, II Ursprünge des Kiefer- und Zungenbeinbogens.
x Vorderer Fortsatz des Palatinums.
1 Oeffnung in der Seitenwand des Schädels für den Opticus.
2 dto für den Oculomotorius.
3 dto für Trigem., Trochl. u. Abducens.

Fig. 17. Kopfskelet von Petrom. fluv. ohne Vorknorpel, Copula und Zungenstützknorpel. Ventralansicht.

I, II u. x wie auf Fig. 16.

y Oeffnung zwischen Basilartheil und Vomer für den Nasengaumengang.

Fig. 18. Hautäste des Trigeminus (Ophthalmicus und Ram. ext.) und Facialis von Petrom. marin. nach Ablösung der Haut.

x Anastomose zwischen Ophthalmicus und Facialis.

y Dorsalportion } des Seitenrumpfmuskels.
z Ventralportion }

Fig. 19. Augenmuskeln und Hirnnerven von Petrom. marin. nach Entfernung des Bulbus. Seitenansicht. Rectus superior nach unten umgeschlagen. Der äussere obere Abschnitt der Gehörkapsel abgetragen, um den Verlauf des Facialis durch die vordere Wand derselben zu zeigen.

x Gemeinsame Oeffnung für Opticus und Oculomotorius (durch sehniges Septum geschieden).

y Sensible Ophthalmicusäste.

z Ganglion des Facialis.

Rn Ram. nasal. des Ophthalmic.

Rr Ram. recurrens des Facial.

Rl Ram. lateral. des Vagus.

Fig. 20. Augenmuskeln von Petrom. fluv. nach Entfernung des Bulbus und Opticus.

x Foram. opticum.

Fig. 21. Trigem. u. Facial. von Petrom. marin. nach Entfernung der Augenmuskeln sammt Nerven.

y, z, Rn, Rr wie auf Fig. 19.

Rp Ram. post. des Facialis.

Fig. 22. Dorsalansicht der Muskeln nach Ablösung der Pharynxschleimhaut von Petrom. marin. Vorknorpel und Schädel in der dorsalen Mittellinie durchtrennt und beide Hälften lateralwärts umgeschlagen. Vom Hyomandibulari-glossus ein mittleres Stück excidirt und der hintere Abschnitt nach unten umgeschlagen, um die Innervirung zu zeigen.

v Zahnreihe der Seitenlappen der Zunge.

w dto des Mittellappens.

x Verbindung des innern Stratums des Pharyngeus (Phi) mit dem Ligament zwischen halbringförmigem und rhombenförmigem Knorpel (letzterer nicht sichtbar).

y Stelle, wo die fächerförmige Verstärkungsparthie des innern Pharyngeusstratums an die Ringfasern der Hauptmasse des Pharyngeus anschliesst.

z Seitliche Zungenlappen.

Fig. 23. Dieselbe Ansicht nach Entfernung des Pharyngeus. Die Schleimhaut vom rechten Zungenlappen abpräparirt. Vom Ringknorpel ein Stück excidirt, um den Verlauf des Ram. perforans anschaulich zu machen. Der Ophthalmicus (V_1), der vordere Ast vom Ram. int. (5) und der innere Zweig des Ram. pharyng. ant. (8) abgeschnitten.

Fig. 24. Dorsalansicht der Schlundsegelmuskulatur von Petrom. marin.

x Stützknorpel des Segels (die Quercommissur durchschnitten und der linke Knorpel mit seiner ventralen Fläche nach oben geschlagen).

y Recessus olfactorius (blindes Ende des Nasengaumenganges).

z Mündung der innern Kiemengänge in den Bronchus.

Fig. 25. Kopfmuskeln von Petrom. marin. von der Seite nach Ablösung des Seitenrumpfmuskels. Der Process. spinos. mit seinen Muskeln nach Durchtrennung der beiden Spinoso-semiannulares nach unten umgeschlagen, um ihre Innervation sowie den Verlauf des Ram. perforans (10) darzustellen. Von den beiden obersten Schichten des Annularis je ein viereckiges Stück excidirt, um die Art ihrer Innervation deutlich zu machen.

Gls Speicheldrüse.

x Lücke im Basilaris für die Orbita.

y, z Ausführungsgang der Speicheldrüse.

Fig. 26. Aeusseres Stratum des Pharyngeus. Dorsalansicht der linken Hälfte.

x Das sub Fig 22 erwähnte Ligament zwischen halbringförmigem und rhombenförmigem Knorpel.

Fig. 27. Ventralansicht der unter der Ventralportion des Seitenrumpfmuskels gelegenen Muskeln von Petromyz. marin. Rechte Hälfte.

x Vorderer unterer Mundrand.

y Insertion der Ventralportion des Seitenrumpfmuskels am Ringknorpel. Der Uebersicht halber sind die Nerven als an der Ventralfläche (statt Dorsalfläche) der Muskeln eintretend dargestellt.

Fig. 28. Dieselben Muskeln von Petrom. fluv. Vom Annulo-glossus (Agl) der rechten Seite ist ein mittleres Stück excidirt, um den Verlauf der die Spitzen des Proc. spinos. und der Copula verbindenden Aponeurose (x) zu zeigen. Der Copulo-gloss. rect. und die vordere Portion des Hyo-glossus sind linkerseits entfernt, ebenso die mediane Hälfte des Spinoso-copularis.

Fig. 29. Die beiden Portionen des Hyo-glossus von Petrom. fluv. Ventralansicht.

Fig. 30. Dorsalansicht des Hyo-hyoid. post. und Longitud. ling. von Petrom. marin. Die Dorsalportion des Hyo-hyoid. post. in der Mittellinie durchtrennt und beide Hälften lateralwärts umgeschlagen. Auf dieselbe Weise der Canal für die Sehne des Longitud. ling. offen gelegt. Die Sehne selbst nahe ihrem Ansatz abgeschnitten und gleich dem Muskel, dessen rechtsseitige Insertion an der Fascie des Hyo-hyoid. post. (x) durchschnitten ist, nach links gezogen, um die Doppelfiederung und Innervation anschaulich zu machen.

Fig. 31. Linke Seitenansicht derselben Muskeln in natürlicher Lage.

x aus der seitlichen Raphe hervorgegangene Aponeurose, den hintern Rand des Hyo-hyoid. darstellend.

Fig. 32. Querschnitt durch beide Muskeln, etwa der Mitte des Hyo-hyoid. entsprechend.

Fig. 33. dto, nahe dem hintern Rande des Hyo-hyoid. post.

x Stelle, wo der Longitud. ling. mit der verbreiterten Raphe des Hyo-hyoid. post. zusammenhängt.

Ueber das Urogenitalsystem des Amphioxus und der Cyclostomen.

Von

Wilhelm Müller,

Professor an der Universität zu Jena.

(Hierzu Taf. IV—V.)

1. Das Urogenitalsystem des Amphioxus.

Die Angaben über das Vorhandensein eines Harnorgans bei Amphioxus sind so widersprechend als möglich. RATHKE[1]), REICHERT[2]) und STIEDA[3]) geben übereinstimmend an, dass Harnorgane, vor Allem Nieren, bei Amphioxus sich nicht finden. JOH. MÜLLER[4]) beschreibt am hintersten Theil der respiratorischen Bauchhöhle mehrere von einander getrennte drüsige Körperchen, ganz in der Nähe des Porus abdominalis. Ausführungsgänge wurden nicht wahrgenommen. Bei der Zergliederung der Thiere konnte er diese Körperchen nicht wiederfinden. OWEN[5]) bildet auf Seite 269 seiner vergleichenden Anatomie am hinteren Ende des Kiemensacks, der unteren Fläche der Chorda anliegend, eine bis fast zum Niveau des Afters sich erstreckende rundliche Masse ab, welche er auf Seite 533 als ein leicht getrübtes schmales längliches drüsiges Gebilde beschreibt und für das Harnorgan erklärt.

Ueber die Entwickelung des Genitalapparats finden sich Angaben bei JOH. MÜLLER und STIEDA. Nach ersterem sieht man bei jungen Individuen dem Rande der Seitenmuskeln entsprechend

---

1) HEINRICH RATHKE, Bemerkungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Königsberg 1841.

2) Zur Anatomie des Branchiostoma lubricum. Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrgang 1870.

3) Studien über den Amphioxus lanceolatus in Mémoires del' Académie de St. Petersbourg. Tome XIX. N. 7. Petersb. 1873.

4) Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum. Abhandlungen der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom Jahre 1842. Berlin 1844.

5) RICHARD OWEN, On the anatomy of Vertebrates. Vol. I. London 1866.

einen fadenartigen Streifen herablaufen, in dessen Verlauf kleine Anschwellungen wie an einem knotigen Nervenstrange vorkommen. Diese Knötchen sind die ersten Spuren der Genitalblasen. Stieda fand in der nächsten Nähe des porus abdominalis bei einigen Individuen, dass an bestimmten die Längsrichtung einhaltenden Streifen die Zellenschicht an der Bauchwand ein anderes Aussehen hatte, als an den übrigen Gegenden. Die Zellen hatten hier eine wenigstens doppelt so grosse Höhe als daneben. Diese so ausgezeichneten Zellen schlossen sich durch allmähliche Uebergangsformen an das übrige Epithel an. Stieda hält diese eigenthümlichen Zellen für die ersten Anfänge der sich bild enden Keimdrüsen.

Genauere Angaben liegen über das Verhalten der entwickelten Geschlechtsdrüsen vor.

Costa[1]) hat das verschiedene Aussehen von Eierstock und Hode, sowie die Pigmentirung des den Ueberzug bildenden Peritonäum bereits hervorgehoben. Rathke hat die bindegewebige Kapsel beschrieben, von welcher Hode und Eierstock umgeben sind, nachgewiesen, dass die Organe paarig und jederseits in eine Anzahl von Läppchen abgetheilt sind, so wie dass Amphioxus getrennten Geschlechts ist und auf Grund des Umstandes, dass er weder Samenleiter noch Eileiter aufzufinden vermochte, vermuthet, dass die Geschlechtsprodukte in die Bauchhöhle und aus dieser durch den Porus abdominalis nach aussen gelangen.

Joh. Müller erkannte die Eier, welche nach ihm aus Dotter, Keimbläschen und Keimfleck bestehen, während die Hoden nur kleine bläschenartige Körnchen ohne Bewegung enthielten. Kölliker[2]) entdeckte die Spermatozoiden, welche er als aus einem elliptischen Körper von 0,0003—0,0005 Länge und einem feinen 0,018—0,02 langen Schwanz bestehend beschreibt. Er hebt die Verschiedenheit der Zellen, welche im Hoden sich finden, nach Form und Grösse hervor und lässt die kleineren die Bildung der Samenfäden vermittelnden aus den grösseren hervorgehen.

Nach Stieda besteht die Hülle des Eierstocks aus fein fibrillärem Bindegewebe mit spärlich eingestreuten Kernen. Das Innere bestand bei einigen Exemplaren aus einer einzigen Zellenschicht, welche in Form eines Epitheliums eine kleine Höhle auskleidete. Die einzelnen Zellen des Epitheliums waren von unregelmässiger Form mit deutlich bläschenförmigem Kern und äusserst kleinen

---

1) Storia e Notomia del Branchiostoma lubricum. Napoli 1843.
2) Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrgang 1843.

Kernkörperchen. Bei andern Individuen ist der erwähnte kleine Hohlraum des Eierstocks geschwunden, so dass derselbe durchaus solid ist; auf diesem Stadium der Entwickelung besteht der Eierstock aus einer Unsumme von kugeligen Körpern, den Eikeimen. Die Zellen haben eine sehr verschiedene Grösse. Je grösser der ganze Eierstock sich dem unbewaffneten Auge darbietet, um so bedeutender ist auch das Volum der einzelnen darin enthaltenen Eier. Im Allgemeinen liegen im Centrum die kleinsten Eikeime, mehr an der Peripherie die grössten, allein der zwischen den grösseren befindliche Zwischenraum war jedesmal durch kleine eingenommen. Die kleinsten Eikeime haben 0,0026 Durchmesser und lassen nichts weiter erkennen als ein zartes durchaus homogenes Protoplasma und einen punktförmigen Kern; bei den grösseren Zellen ist innerhalb des grösser gewordenen bläschenförmigen Kerns ein deutliches Kernkörperchen sichtbar. Die ausgebildeten Eier hatten einen Durchmesser von 0,15; sie besitzen eine zarte homogene Hülle und einen Inhalt, welcher deutlich runde Körner einschliesst. Der Kern hat einen Durchmesser von 0,057, das Kernkörperchen von 0,0214. An Alkoholexemplaren ist an der äussersten Schicht der Eier eine zierliche radiäre Streifung sichtbar, welche fast den Eindruck eines die Zellen umgebenden Cylinderepithelium macht. Zwischen den kleinen membranlosen Eikeimen und den grössten Eiern finden sich allmähliche Uebergänge.

Der Hode besteht wie der Eierstock aus einer bindegewebigen Hülle und einem epithelialen Inhalt. Jeder Hode besitzt an seiner hinteren und medialen Fläche einen tiefen Einschnitt oder Spalt. Der epitheliale Inhalt des Hoden ist in Form von kleinen cylindrischen Röhrchen angeordnet, welche regelmässig neben einander liegen, sodass ihr blindes Ende der geschlossenen Fläche des Hoden, ihr offenes Ende zu dem Spalt hin gerichtet ist. Auf gelungenen Schnitten macht es den Eindruck, als bestehe der ganze Hoden aus dicht aneinander gedrängten, einfach tubulösen Drüsen, etwa wie die Magenschleimhaut. Den einzelnen Hodenröhrchen fehlt jedoch jede bindegewebige Hülle, und jedes Röhrchen wird zusammengesetzt aus einer grossen Menge dicht neben einander liegender kugliger Zellen. Die einzelnen Zellen haben einen Durchmesser von 0,014, eine deutliche Membran und einen feingranulirten Inhalt, nicht an allen Zellen ist ein Kern sichtbar. An der Geschlechtsreife sehr nahen Individuen fand Stieda die beschriebenen Schläuche oder Röhren geschwunden und den ganzen Hoden gleichmässig mit Zellen, den Samenzellen, gefüllt. Der Inhalt dieser

Zellen erwies sich als eine Menge Samenfäden, letztere liessen ein sehr kleines punktförmiges Köpfchen und ein kurzes unbedeutendes Schwänzchen erkennen.

Ueber die Entleerung der Geschlechtsprodukte liegen sich widersprechende Angaben vor. QUATREFAGES[1]) gibt an, dass er Eier in der Bauchhöhle frei liegend angetroffen und deren Ausstossung durch den Porus genitalis direkt beobachtet habe. Dem gegenüber gibt KOWALEVSKI[2]) an, dass die Eier durch die Mundöffnung ausgeworfen werden und dass dem Auswerfen der Eier ein Auswerfen des Samens des Männchens vorhergeht. Das Laichen findet nach ihm nur des Abends statt. STIEDA hebt bei der Erwähnung der Beobachtung KOWALEVSKI's hervor, „dass es ihm nicht gelungen sei, eine Communikation zwischen Kiemensack und Abdominalhöhle nachzuweisen, so dass hiernach die Auffassung des Porus abdominalis als Porus bronchialis ihm nicht richtig erschien — nach KOWALEVSKI würde der Porus abdominalis dann nicht einmal als Geschlechtsporus dienen."

Meine eigenen Untersuchungen über das Urogenitalsystem des Amphioxus sind in den Jahren 1870 bis 1872 an gehärteten, zur Controle im Frühjahr 1874 an lebenden Exemplaren des Thieres geführt. Ich habe zunächst Angesichts des Widerspruchs, welchen STIEDA gegen die Angaben JOHANNES MÜLLER's erhoben hat, die Beziehungen der Kiemenhöhle zur Bauchhöhle durch das Experiment festzustellen mich bemüht. Ich habe zu diesem Zweck das lebende Thier in Meerwasser gesetzt, welches ich durch Zufügung von etwas Indigotine gefärbt hatte. Nach einiger Zeit entfernte ich das sehr zählebige Thier aus demselben und setzte es nach vorherigem Abspülen in reines Seewasser. Es gelingt bei diesem Experiment sehr leicht, sich von der durch die Kiemenspalten vermittelten Communikation der Kiemenhöhle mit der Bauchhöhle zu überzeugen. So lange die in der Kiemenhöhle enthaltene Flüssigkeit noch blaue Farbe zeigt, so lange entleert sich auch durch den Porus abdominalis gefärbte Flüssigkeit. Ich habe darauf das Experiment in der Art modificirt, dass ich das Thier in Meerwasser setzte, welches möglichst fein zerriebenen Carmin suspendirt enthielt, und nach einiger Zeit das gefärbte Medium mit reinem Meerwasser vertauschte. Es gelingt bei dieser Modifikation

1) Annales des Sciences naturelles. III. Serie. Zoologie. Tome IV. Paris 1845.

2) Entwicklungsgeschichte des Amphioxus in Mémoires del' Académie de St. Petersbourg. VII. Série. Tome XI. N. 4. Petersburg 1867.

nicht nur, wiederum durch suspendirte Carminpartikelchen röthlich gefärbte Flüssigkeit aus dem Porus abdominalis entweichen zu sehen, sondern auch, wenn man kleinere Thiere dem Experimente unterwirft, den Durchtritt der Carminkörnchen, welche beim Zerreiben einen hinreichenden Grad von Feinheit angenommen haben, durch die Kiemenspalten direkt unter dem Mikroskop zu konstatiren. Ich habe noch ein drittes Verfahren benutzt, durch welches Präparate gewonnen werden, welche jeden Augenblick demonstrirbar sind, die Injektion der Kiemenhöhle vom Munde aus durch gelöstes Berlinerblau. Man sieht bei diesem Experiment fast momentan die Farbstofflösung aus der Kiemenhöhle in die Abdominalhöhle übertreten und durch den Porus abdominalis den Körper verlassen. Wirft man, sobald dies eingetreten, das Thier in starken Weingeist, so gelingt es sehr leicht, den Farbstoff durch Fällung innerhalb der Kiemenspalten und der Bauchhöhle zu fixiren. Es kann Angesichts dieser übereinstimmenden Versuchsresultate, die, so oft die Versuche auch wiederhohlt wurden, stets in gleicher Weise wiederkehrten, darüber kein Zweifel ferner bestehen, dass die Kiemenhöhle des Amphioxus durch die Kiemenspalten mit der Bauchhöhle kommunicirt, demnach bei Amphioxus eine Beziehung, welche der Mehrzahl der Tunikaten zukommt, sich erhalten hat. Die Einwände, welche Stieda gegen diese Beziehungen geltend gemacht hat, verdienen umsoweniger Berücksichtigung, als dieselben auf Beobachtungen beruhen, deren Insufficienz auf den ersten Blick in die Augen fällt.

Ich habe nächstdem die Angabe Johannes Müller's geprüft, nach welcher derselbe bei allen lebenden Individuen in der Nähe des Porus abdominalis drüsige Körperchen beobachtete, welche bei der Zergliederung sich nicht wieder auffinden liessen. Ich habe nicht nur die Körperchen Joh. Müller's bei der Untersuchung des lebenden Thieres wiedergefunden, sondern kann auch eine genügende Erklärung des auffallenden Umstandes liefern, dass Johannes Müller dieselben bei der Zergliederung nicht wiederfand.

Der in der Nähe des porus abdominalis liegende Abschnitt der Bauchhöhle enthält fast bei allen Individuen, welche die Länge von 15 mm. überschritten haben, in der That Körperchen, welche schon bei schwachen Vergrösserungen sichtbar sind und durch die körnige Beschaffenheit ihres Inhalts an Drüsenzellen erinnern. Diese Körperchen stellen Kugeln oder häufiger Ellipsoide dar von 0,05 bis 0,07 Länge bei 0,04 bis 0,05 [1]) Dicke. Sie bestehen aus einem

1) Alle diese Angaben beziehen sich auf mm.

Protoplasmahaufen, welcher an der Peripherie kaum merklich verdichtet ist und im Inneren zahlreiche Körnchen von durchschnittlich 0,001 Durchmesser suspendirt enthält. Diese Körnchen sind zum Theil farblos und ziemlich stark lichtbrechend, zum Theil gelblich gefärbt und mattglänzend. Ausser ihnen umschliesst das Protoplasma eine oder zwei Vakuolen von 0,01 bis 0,02 Durchmesser und einen ellipsoidischen Kern von 0,016 bis 0,02 Länge bei 0,01 bis 0,016 Dicke, welcher durch Carminlösung intensiv roth sich färbt, was das Protoplasma nur im geringen Grade thut. Durch das Vorhandensein des Kernes charakterisiren diese Körperchen sich als Zellen. Dazu kommt eine andere wichtige Eigenschaft. Diese Körperchen sind gelegentlicher amöboider Bewegungen fähig, welche ganz unabhängig von dem sie umgebenden Flüssigkeitsstrom erfolgen; sie charakterisiren sich hiedurch als selbstständige einzellige Organismen, welche in der Bauchhöhle des Amphioxus parasitisch leben. Ihre Zahl ist verschieden, bei dichterer Lagerung sind sie sehr wohl im Stande, den Anschein drüsiger Gebilde hervorzurufen, namentlich bei kurz dauernder Betrachtung. Ich zweifle nicht, dass es diese Organismen gewesen sind, welche Johannes Müller vor sich gehabt hat; ihre freie Existenz in der die Bauchhöhle durchsetzenden Flüssigkeit macht es erklärlich, dass derselbe bei der Zergliederung des Thieres ihnen nicht wieder begegnete.

Ich habe endlich den Befund geprüft, welchen das Urogenitalsystem des Amphioxus in Exemplaren von verschiedener Körperlänge darbietet.

Die jüngsten Entwickelungsstadien, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, entsprachen einer Körperlänge von 10 mm. Ich habe bei diesen Thieren keine Spur des Genitalapparates aufzufinden vermocht. Das die ventrale Fläche der Bauchhöhle bekleidende Epithel zeigte in der Gegend des Porus abdominalis drei leistenförmige Verdickungen jederseits zwischen der Mittellinie und der Contaktstelle von Rumpf- und Bauchmuskulatur. Die Verdickungen waren am beträchtlichsten dicht vor dem Porus abdominalis, um im Verlauf nach vorne sich abzuflachen, so dass sie im Niveau der Abgangsstelle der Leber kaum mehr zu erkennen waren. Sie wurden dadurch bedingt, dass das in der Umgebung flache polygonale Bauchfellepithel in einer 0,03 bis 0,04 breiten scharf sich absetzenden Strecke cylindrische Form annahm unter Erhöhung auf 0,012. Die Kerne dieser cylindrischen Epithelien lagen der Basis näher und hatten schmale ellipsoidische Form,

gegen den Rand hin war der Inhalt der Zellen homogen und mit Carmin wenig sich färbend. Dicht unterhalb des Ansatzes der Bauchmuskulatur an jene des Rumpfes war die Haut links und rechts zu je einer schmalen 0,08 langen, 0,02 dicken Falte erhoben. Dieselbe war an ihrem freien Ende leicht verdickt und medianwärts gekrümmt und bestand aus zwei Lamellen, einer lateralen und einer medialen. Beide waren von dem gewöhnlichen Oberhautepithel bekleidet, welches einer dünnen ziemlich straffen Bindegewebslamelle aufsass, beide Bindegewebslamellen waren durch äusserst spärliche, grosse Räume zwischen sich lassende, fadenförmige Bindegewebszüge unter einander in Zusammenhang; eine Auskleidung dieser Räume mit Epithel war nicht vorhanden.

Bei einem Exemplar von 17 mm. Länge waren die drei leistenförmigen Erhebungen des Epithels an der ventralen Fläche des Bauchfells höher, 0,02 erreichend, auch jetzt verflachten sie sich im Verlaufe nach vorne, um im Niveau des Abgangs der Leber vom Darm sich auszukeilen; der Bau war der gleiche wie früher. Die beiden Bauchfalten waren 0,13 lang, 0,025 dick, im übrigen wie früher beschaffen; der zwischen denselben die ventrale Fläche des Körpers bekleidende Abschnitt der Haut war in eine Reihe dicht nebeneinander stehender Längsfalten gelegt, welche schon bei dem 10 mm. langen Thiere wahrnehmbar gewesen waren. Es war aber ferner die Anlage des Genitalapparats nachweisbar und zwar in Form einer Anzahl getrennter Zellenhaufen, welche auf beiden Seiten alternirend gerade vor der Vereinigungsstelle der Rumpf- und Bauchmuskulatur unter dem Peritonäum lagen. Die Zellenhaufen hatten annähernd eiförmigen Querschnitt mit dorsalwärts gerichtetem schmäleren Ende, der Höhendurchmesser betrug 0,064, der Dickendurchmesser 0,032. Das Bauchfell ging kontinuirlich über diese Körper hinweg; sie waren von einem dünnen bindegewebigen Ueberzug umkleidet und im Inneren von kubischen und cylindrischen Zellen von durchschnittlich 0,006 erfüllt, welche theils in einfacher, theils in mehrfacher Schicht um ein schmales spaltförmiges Lumen gruppirt waren.

Bei zwei Exemplaren von 20 mm. Länge zeigten die drei Epithelstreifen auf der ventralen Fläche des Bauchfells je 0,026 Höhe bei 0,04 bis 0,06 Breite. Sie verflachten sich wie früher im Verlauf nach vorne, die Anlage des Genitalsystems stellte wie in dem vorhergehenden Stadium eine Reihe alternirend stehender Körper dar, welche gerade medianwärts von der Verbindungsstelle der Rumpf- und Bauchmuskulatur unter dem Peritonäum lagen.



Ihr Höhendurchmesser betrug auf dem Querschnitt 0,07 die Dicke 0,036; sie besassen eine dünne bindegewebige Hülle, welche in der Mitte der ventralen Fläche ein Blutgefäss von 0,016 Länge bei 0,006 Breite einschloss. Die Körper enthielten auch jetzt vorwiegend kubische Zellen, welche um ein centrales 0,04 langes 0,016 weites Lumen gruppirt waren. Die beiden Bauchfalten hatten eine Länge von 0,2 bei 0,03 Dicke, ihr Bau war gleich jenem des vorhergehenden Stadiums.

Die beiden zuletzt erwähnten Exemplare waren im Laufe des November gesammelt. Einen wesentlich anderen Befund des Genitalapparats bot ein drittes gleichfalls 20 mm. langes Exemplar, welches ich im Laufe des März gefangen hatte.) Epithelstreifen und Bauchfalten verhielten sich bei diesem Thier wie bei den zwei vorhergehenden; die Genitaldrüse erwies sich aber als ein ächtes Ovarium von 0,2 Höhen- und 0,1 Dickendurchmesser. Der dünne Uebetzug enthielt auch hier in der Mitte der ventralen Fläche ein Gefäss. In der Peripherie war dieses Ovarium erfüllt von grossen bis 0,044 im Durchmesser haltenden Eizellen mit trübem etwas gelblich gefärbtem Protoplasma, 0,02 im Durchmesser haltendem bläschenförmigen Kern und 0,004 messendem Kernkörperchen, im Centrum lagen dicht gehäuft kleine Zellen mit wenig Protoplasma, relativ grossem 0,005 messenden Kern mit deutlichem Kernkörperchen von 0,001. Vergl. Tafel IV Fig. 5, welche die Ovarium- und Fig. 7, welche die Hodenanlage auf annähernd gleicher Entwickelungsstufe darstellen.

Bei einem Exemplar von 23 mm. zeigte das Ovarium eine Höhe von 0,22 bei 0,1 Dicke, verhielt sich im Uebrigen wie in dem vorigen Fall; bei einem Exemplar von 24 mm. betrugen diese Maasse 025 resp. 0,11. Die Epithelstreifen an der ventralen Fläche des Peritonäum hatten gegen den Porus abdominalis hin an Höhe und Breite etwas gewonnen. Die Bauchfalten hatten 0,24 Länge bei 0,04 Dicke; an ihrem Ansatz an die Bauchwand war ein flaches Gefäss zwischen den beiden Bindegewebslamellen wahrnehmbar, welche dicht unterhalb desselben einen dreieckigen spaltförmigen Raum zwischen sich liessen, der keinerlei Epithelbekleidung erkennen liess. Die zwischen den beiden Bauchfalten liegende ventrale Körperfläche war wie früher zu einer grossen Zahl dicht aneinander gereihter von einer einfachen Schicht des Oberhautepithels bekleideter Längsfalten erhoben, welche im Inneren schmale Hohlräume enthielten. Ein Männchen von 25 mm. Länge, im März gefangen, besass Hodensegmente von 0,8 Höhe bei 0,44 Dicke.

Der Hode liess einen dünnen bindegewebigen Ueberzug und in diesem in der Mitte der ventralen Fläche wieder ein Gefäss unterscheiden. Das Innere bestand aus einer Rinden- und einer Marksubstanz. Erstere hatte eine durchschnittliche Dicke von 0,05 und ein anscheinend gleichmässig körniges Gefüge. Auf sehr dünnen Schnitten löste sich letzteres in äusserst dünnwandige etwas gewundene der Hauptsache nach in radialer Richtung verlaufende Schläuche auf, welche mit rundlichen Zellen von 0,004—0,006 gefüllt waren. Der Durchmesser dieser Schläuche betrug 0,008 im Mittel. An der Grenze zwischen Rinden- und Marksubstanz ordneten sich diese Kanälchen zu konischen büschelförmigen Massen, welche von allen Seiten der Peripherie ihre Richtung gegen das Centrum des Hoden nahmen. Die einzelnen Büschel waren von breiteren an deutlichen Faserzellen reichen Bindesubstanzzügen in dieser Strecke des Verlaufs umgeben. Diese Bindesubstanzzüge bildeten im Centrum jedes Hodensegments ein lockeres Netzwerk, in dessen Interstitien die leicht unterscheidbaren Markkanälchen eingebettet waren, welche hie und da Anastomosen erkennen liessen. Sie strebten schliesslich unter spitzwinkliger Vereinigung der Mitte der ventralen Fläche jedes Hodensegments zu, daselbst mittelst eines schwer wahrnehmbaren 0,016 langen 0,007 dicken an der Ausmündungsstelle mit 0,013 breitem Rande versehenen Vas deferens endigend. Der Bauchmuskel hatte eine Dicke von 0,03 und in der Mittellinie eine deutliche Raphe. Das seine dorsale Fläche bedeckende Peritonäum zeigte in der Nähe des Porus abdominalis die früheren Streifen hohen Cylinderepithels, nach vorne zu sich abflachend, ihre Breite und Höhe hatte zugenommen, sie waren einander in Folge davon etwas näher gerückt. Die ventrale Fläche des Bauchmuskels war von der Oberhaut mit ihrem Epithel bekleidet. Letztere war nahe der Ansatzstelle des Bauchmuskels an den Körpermuskel zu den zwei 0,3 langen am freien Ende medianwärts gekrümmten Bauchfalten verlängert. Sie bestanden wie früher aus einer lateralen und einer medialen Lamelle, welche durch einen spaltartigen Hohlraum der ganzen Länge nach getrennt waren; in dem Hohlraum lag nahe dem Ansatz ein ziemlich geräumiges Gefäss. Die laterale Lamelle der Falte hatte beiderseits grössere Dicke als die mediale, 0,023 : 0,013, das die dickere laterale Lamelle überziehende Epithel hatte cylindrische Form und 0,011 Höhe, während das die dünnere mediale Lamelle überziehende nur 0,007 Höhe und mehr kubische Form hatte. Die ganze zwischen den beiden Bauchfalten liegende ventrale Körper-

oberfläche zeigte wieder dicht nebeneinander stehende Längsfalten, deren Höhe am Ansatz der beiden Bauchfalten 0,023 betrug, um allmählich bis auf 0,056 in der Nähe der Raphe anzusteigen. Diese Falten zeigten einen sehr charakteristischen Bau. Sie wurden von dem cylindrischen 0,01 hohen einschichtigen Oberhautepithel gebildet, welches einer äusserst dünnen Bindegewebslamelle aufsass; an ihrer Basis erstreckte sich, von den Vorsprüngen des Epithels durch leere Räume geschieden, die Cutis längs der ventralen Fläche des Bauchmuskels in einer Dicke von 0,01, gleichfalls von einer grossen Zahl dicht nebeneinander stehender durchschnittlich 0,006 im Durchmesser haltender von dünnen bindegewebigen Scheidewänden umfriedigter Längskanäle durchsetzt. Weder die umfänglicheren zwischen Epithel und Cutis noch die weniger geräumigen in der Cutis selbst liegenden Hohlräume zeigten am gehärteten Präparat eine Spur von Gerinnsel, während ein solches in dem an der Abgangsstelle der Bauchfalten liegenden Gefäss deutlich erkennbar war.

Der Befund, welchen die mit dem Urogenitalsystem in Zusammenhang stehenden Organe des Amphioxus zur Zeit der vollen Geschlechtsreife im Frühjahr darbieten, unterscheidet sich von jenem der Jugendform hauptsächlich durch die Zunahme des Volums der einzelnen Organe. Die in der Mitte liegenden Ovarien- und Hodensegmente sind grösser als die am vorderen und hinteren Ende liegenden; ihre Zahl entspricht jener der in der betreffenden Körperstrecke vorhandenen Rumpfmuskeln; wie diese alterniren sie auf beiden Seiten. Vergl. Taf. IV Fig. 4. Die Höhe der einzelnen Segmente bestimmte ich zu 0,7, ihre Dicke zu 0,5, die Länge zu 0,7; gegen die beiden Enden hin reduciren sich diese Maasse. Die mediale, vordere und hintere Fläche jedes Segments ist von dem Peritonäum überzogen, welches in diesem Bereich bräunlich pigmentirt ist, die laterale Fläche ist an die Fascie der Rumpfmuskeln angewachsen. Jedes Segment besitzt eine dünne bindegewebige Kapsel, welche dicht unter dem Bauchfell liegt. Die einzelnen Segmente des Ovarium enthalten bis 0,9 grosse Eier. Sie bestehen aus einem gelblichen körnigen Dotter, welcher von einer dünnen Protoplasmaschicht umschlossen wird, aus einem ellipsoidischen 0,044 langen 0,024 breiten Kern (Keimbläschen) und einem glänzenden 0,012 im Durchmesser haltenden Kernkörperchen (Keimfleck). Vergl. Taf. IV Fig. 6.

Die Hodensegmente besitzen gleich jenen des Ovarium eine dünne bindegewebige Kapsel. Ihre Substanz lässt auch im Zu-

stand der vollen Geschlechtsreife eine Rinden- und Marksubstanz unterscheiden. Beide lassen auf hinreichend dünnen Schnitten die Hodenkanälchen nachweisen, die Marksubstanz leichter als die Rindensubstanz, deren Kanälchen von einer äusserst dünnen Bindegewebsmembran umgeben und mit rundlichen Spermatoblasten dicht gefüllt sind. Die Kanälchen der Rindensubstanz vereinigen sich an der Grenze gegen die Marksubstanz unter spitzen Winkeln zu konisch gestalteten Büscheln von Sammelröhrchen, welche sämmtlich der Mitte jedes Segments zustreben. Sie werden von einem lockeren Geflecht sehr leicht erkennbarer spindelförmiger Faserzellen umgeben, welche das ganze Mark bis zur Grenze gegen die Rinde durchsetzen. Vergl. Fig. 8 auf Taf. IV. Ich lasse es dahin gestellt, ob unter denselben glatte Muskeln sich befinden. Die Sammelröhrchen vereinigen sich zu einem sehr kurzen und dünnen schwer wahrnehmbaren Vas deferens, welches gewöhnlich an einer eingebuchteten Stelle der medialen Fläche jedes Segments etwas hinter dessen Mitte ausmündet.

Die Epithelstreifen an der ventralen Fläche des Bauchfells haben sich gegen früher so verbreitert, dass sie in der Nähe des Porus abdominalis mit ihren Seitenflächen zusammenstossen. Es entsteht dadurch eine zusammenhängende Decke von cylindrischem Epithel beiderseits der Raphe auf der ganzen den Bauchmuskel bedeckenden Partie des Peritonäum; diese Decke gibt die ursprüngliche Sonderung dadurch noch zu erkennen, dass dieselbe durch drei schmale leistenförmige Vorsprünge der Bindesubstanzlage des Peritonäum zu den der Länge nach verlaufenden Leisten jederseits der Mittellinie erhoben ist. Im Verlauf nach vorne verschmälern sich die Epithelstreifen unter allmählicher Abflachung und rücken dem entsprechend mehr auseinander; im Niveau des Abgangs der Leber vom Magen ist die Abflachung bereits so weit vorgeschritten, dass bei oberflächlicher Betrachtung die Streifen der Beobachtung entgehen können.

Die beiden Bauchfalten haben sich an 45 mm. langen Exemplaren bis auf 0,45 verlängert; sie sind hakenförmig medianwärts an ihrem freien Ende gebogen und greifen mit den Enden in der Mittellinie übereinander, so dass ein geschlossener nach der Ausbreitung der beiden Bauchfalten von der ventralen Fläche her zugänglicher Kanal längs der Bauchfläche des Thieres bei beiden Geschlechtern gebildet wird, welcher, so lange die Bauchfalten übereinander greifen, nur am Porus abdominalis und dicht hinter dem Mund geöffnet ist. Ihre laterale Lamelle ist 0,052,

die mediale 0,024 dick; das die erstere bekleidende Epithel hat eine Höhe von 0,012 bei 0,004 Dicke und exquisit cylindrischer Form der einzelnen Zellen. Die unterliegende Bindegewebslamelle war an rasch in starkem Weingeist gehärteten Präparaten anscheinend homogen, an Präparaten, welche in schwachem etwas angesäuerten Weingeist gelegen hatten, erschien dieselbe von zahllosen dickeren und dünneren etwas welligen senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Bindegewebsbündelchen gebildet, welche eine Fortsetzung der entsprechend geformten Bindegewebsbündelchen der Cutis über den Rumpfmuskeln bildeten und zwischen sich Nervenfasern erkennen liessen, deren Verlauf vom Ansatz gegen das umgebogene Ende der Lamelle gerichtet war. Die mediale Lamelle hatte einen Epithelüberzug von 0,009 Höhe bei 0,014 Dicke der einzelnen Zellen; ihre Bindesubstanzlage hatte nur 0,014 Dicke und war mehr längsfaserig als die der lateralen Lamelle. Das Bindegewebesubstrat beider Lamellen war wie früher durch einen gegen den Ansatz jeder Falte hin sich erweiternden annähernd dreieckigen Spaltraum getrennt, welcher keine Epithelbekleidung erkennen liess; derselbe enthielt nahe dem ventralen Ende der Rumpfmuskeln ein durch eine Bindesubstanzbrücke mit letzterem zusammenhängendes Längsgefäss. Die ganze zwischen den beiden Bauchfalten gelegene ventrale Körperfläche war vom Porus abdominalis bis zum hinteren Mundrand in eine grosse Zahl von Längsfalten gelegt, welche am Ansatz der medialen Lamelle beider Bauchfalten flach beginnend gegen die den Bauchmuskel halbirende Raphe hin eine Höhe von 0,08 erreichten. Sie bestanden aus einem Ueberzug von einschichtigem 0,01 hohen Cylinderepithel, welches einer sehr dünnen Bindegewebslamelle aufsass; letztere war an den vorspringenden Stellen der einzelnen Falten durch einen weiten Hohlraum von der unterliegenden der ventralen Fläche des Bauchmuskels folgenden Cutislamelle getrennt. Auch letztere enthielt eine grosse Zahl durchschnittlich 0,008 weiter von bindegewebigen Wänden umfriedigter Längskanäle.

Nach der Beschreibung, welche im Vorstehenden gegeben ist, müssen dreierlei Organe bei Amphioxus auseinander gehalten werden, welche zu dem Urogenitalsystem in Beziehung stehen. Erstens die Geschlechtsdrüsen, welche ihre Produkte sicher in die Leibeshöhle entleeren, aus welcher sie gleich dem die Kiemenspalten durchströmenden Meerwasser nur durch den Porus abdominalis austreten können. Zweitens die Epithelstreifen, welche längs der ventralen Fläche des Peritonäum vom Porus abdominalis bis vor

das Niveau des Leberursprungs nach vorne sich erstrecken. Sie haben mit der Entwickelung des Genitalapparates nicht das Mindeste zu thun, sondern sind älter als der letztere. Ihre Bedeutung kann meiner Ansicht nach nur in der Annahme gesucht werden, dass in Folge des Umstandes, dass bei Amphioxus uralte Beziehungen der Leibeshöhle zu dem Kiemenapparat erhalten geblieben sind, ein ursprünglicher Zustand des uropoetischen Systems persistirt, in welchem eine modificirte Strecke des Bauchfellepithels die stickstoffhaltigen Umsetzungsprodukte der Körpersubstanz an das durch die Kiemenspalten in die Bauchhöhle austretende Wasser abgibt. Drittens der durch die Bauchfalten und die zwischen denselben liegende ventrale Körperfläche gebildete ventralwärts unvollkommen abgeschlossene Kanal, welcher sich vom Porus abdominalis bis zum hinteren Mundrand erstreckt. Ich vermag in ihm nur einen Hülfsapparat zu sehen, ähnlich der nahe verwandten Einrichtung bei Syngnathus, dazu bestimmt, Eizellen resp. Sperma nach der Entleerung aus dem porus abdominalis aufzunehmen und nach Bedarf am vorderen Ende des Kanals austreten zu lassen. So finden die Angaben Kowalevski's ihre naturgemässe Berichtigung. Von einem Auswerfen der Eier durch den Mund, wie es nach Kowalevski's Angaben stattfinden würde, kann selbstverständlich bei Amphioxus keine Rede seien, wie die einfache Vergleichung des Durchmessers der Eizellen mit jenem der Kiemenspalten ergiebt. Wohl aber kann eine Entleerung von Sperma und Eizellen durch das vordere Ende des längs der ventralen Fläche des Körpers resp. Bauchmuskels sich erstreckenden Kanals stattfinden, und die Geschlechtsprodukte müssen in diesem Falle in der Nähe des Mundes zum Vorschein kommen. Mit dieser Annahme erhält auch der Bau der Wandungen dieses Kanals, welcher an jenen von Schwellkörpern in mehrfacher Hinsicht erinnert, seine naturgemässe Erklärung.

Es bedarf nach dem hier Mitgetheilten kaum der besonderen Erwähnung, dass ich die Vermuthung von E. Haeckel, dass der Lymphraum, welcher innerhalb der beiden Bauchfalten liegt, genetisch mit dem Urnierengang etwas zu thun habe, nicht für richtig halten kann. Eine Erklärung des Irrthums, aus welchem die erwähnte Abbildung Owen's hervorgegangen ist, vermag ich nicht zu geben, wohl aber bin ich in der Lage, bestimmt zu behaupten, dass an der betreffenden Stelle kein Organ sich findet, welches mit einem Urnierengang in Zusammenhang gebracht werden könnte.

2. Das Urogenitalsystem von Myxine.

Nach den Angaben Johannes Müller's [1]) liegt hinter den Kiemen zu beiden Seiten der Cardia der Myxinoiden eine eigenthümliche traubige Drüse. Die rechte trifft man hinter der Bauchfellfalte rechts von der Leber, unter welcher man in den Herzbeutel kommt, die linke kommt in dem Theil des Herzbeutels, in welchem der Vorhof gelegen ist, über diesem zum Vorschein. Retzius vermuthete in ihnen die Nieren, konnte aber keinen Ausführungsgang wahrnehmen. Ihre Blutgefässe verhalten sich auf beiden Seiten ungleich, auf der rechten Seite ergiesst sich ihre Vene mit einer Vene der Seitenmuskeln in die Pfortader, auf der linken in das Körpervenensystem. Joh. Müller hält diese Organe für die Nebennieren, jedenfalls für Drüsen ohne Ausführungsgänge. Ihr feinerer Bau ist nach ihm sehr eigenthümlich. Sie bestehen aus Büscheln kleiner länglicher Lobuli, welche an den Blutgefässen hängen und durch lockeres Bindegewebe verbunden sind. Jeder Lobulus oder Cylinder der Büschel besteht aus einer doppelten Reihe von cylindrishen Zellen mit Kernen, beide Reihen biegen am Ende des zottenförmigen Lobulus in einander um. Zwischen beiden verlaufen Blutgefässe und ein Strang von Bindegewebe.

Die Nieren sind bei Myxine von einer Einfachheit, wie kein anderes Beispiel bekannt ist, sie sind in viele kleine Organe zerfallen, womit die Ureteren besetzt sind. Diese Art von Nieren verhält sich zu den Nieren der übrigen Thiere wie die blindsackförmigen Milchdrüsen des Schnabelthiers zu den Milchdrüsen der übrigen Säugethiere, und wie die blindsackförmige Leber des Amphioxus zu der zusammengesetzten Leber aller übrigen Wirbelthiere.

Ein langer jederseits durch die ganze Bauchhöhle reichender Ureter gibt in grossen Zwischenräumen von Stelle zu Stelle ein kleines Säckchen nach aussen ab, welches durch eine Verengerung in ein zweites blindgeendigtes Säckchen führt. Im Grunde dieses Säckchens hängt ein kleiner Gefässkuchen, der nur an einer kleinen Stelle, wo die Blutgefässe zutreten, befestigt, sonst aber von allen Seiten frei ist. Bei den Myxinoiden besteht jeder Renculus aus einem einzigen äusserst kurzen Harnkanälchen, seiner Kapsel und dem darin aufgehängten Glomerulus, während die äussere

1) Untersuchungen über die Eingeweide der Fische in: Abhandlungen der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin 1845. 4. S. 7 ff.

Haut des Harnleiters sich auch über diesen blindsackartigen Renculus fortsetzt.

Was die Vertheilung der Arterien an die Nieren betrifft, so verhalten sie sich ganz ebenso zu denselben, wie zu den Nieren der höheren Thiere, indem alles Arterienblut, welches den Nieren der Myxinoiden zugeführt wird, sich erst in dem im Inneren des Säckchens liegenden Gefässkörper vertheilt. Diese Arterien sind im Verhältniss zu jenen Körpern sehr gross und jede entspringt unmittelbar aus der Aorta. Venen gehen aus diesen Körpern nicht zur Vena cava zurück. Wahrscheinlich geht das arterielle Blut aus dem Gefässkörper durch Zweige, welche sich auf die Wände der Säckchen verbreiten, weiter. Die Venen der Nieren sind Joh. Müller unbekannt geblieben, er lässt es unentschieden, ob es zuführende Nierenvenen bei diesen Thieren gibt.

Die beiden Harnleiter münden in die Papille aus, in welche die Bauchöffnungen zur Ausführung der Geschlechtsprodukte übergehen. Die oberen Enden der Ureteren reichen bis nahe an die Nebennieren. Das Ende wird plötzlich dünn und zieht sich, indem es die Höhlung verloren hat, in einen feinen Strang von Bindegewebe aus, welches das einzige ist, was die Richtung noch weiter den Nebennieren entgegen verfolgt. Die Geschlechtsorgane hängen in einer langen Bauchfellfalte an der rechten Seite des Darmgekröses. Die Beschaffenheit ist in beiden Geschlechtern völlig gleich, Hoden und Eierstock sind sehr schwer zu unterscheiden.

Die Hoden bestehen aus einer Anzahl runder und rundlichlänglicher Körner, welche den Eiern gleichen; jedes hat eine äussere Haut, gleich der Eihaut und einen dem Dotter zu vergleichenden Inhalt; dieser unterscheidet sich aber von den Dotterkörnern und besteht aus verschieden grossen viel kleineren Körnchen. Saamenthierchen waren im August nicht vorhanden, sie sind wahrscheinlich nur zur Brunstzeit zu beobachten. Der wichtigste Unterschied der Hodenkörner und der Eier scheint darin zu bestehen, dass in den ersteren das Keimbläschen fehlt.

Die Eier sind wenn klein, rund, weiterhin werden sie stark länglich und die reifen sind sehr gross. In allen jungen Eiern sieht man ausser den Dotterkörnchen das Keimbläschen sehr deutlich, es enthält, ausser kleineren Körnchen, zwei oder drei Zellen mit Kern, welche den Keimfleck bilden. Wenn die Eier länglich geworden sind, so liegt das Keimbläschen immer an einem der dünnen Enden des Eies. Die Dotterkörner sind länglich und gleichen ganz den Dotterkörnern der Haifische d. h. sie zeichnen sich

auf ihrer Oberfläche durch quere Linien aus, welche eine Absonderung der Substanz anzudeuten scheinen und an Amylumkörner erinnern. Diese Linien sind schon im ganz frischen Zustand vorhanden.

Das reife Ei hat STEENSTRUP[1]) eingehend beschrieben. Dasselbe ist ausgezeichnet durch einen an beiden Eipolen der Schaale ansitzenden Fadenapparat, welcher in eine Anzahl kleiner dreiarmiger Anker ausläuft. STEENSTRUP vermuthet, dass dieser Apparat zum Befestigen der Eier an Tang dienen möchte. OWEN[2]) hat auf Seite 598 seiner vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere den Apparat gleichfalls abgebildet.

Den Porus abdominalis hat DUMERIL[3]) zuerst beschrieben. Nach JOHANNES MÜLLER geht am Ende der Bauchhöhle, rechts und links neben dem Mastdarm, ein kurzer Kanal durch die Bauchhöhlenwand in den unpaaren Porus, welcher hinter dem After zwischen den zwei Hautlippen gelegen ist, welche auch den After einschliessen und eine Art Cloake bilden.

Zur Prüfung der vorstehenden Angaben standen mir sowohl frische als gehärtete Myxinen in hinreichender Menge zur Disposition. Ich habe zunächst durch einfache Präparation die topographischen Verhältnisse einer neuen Prüfung unterzogen, dann die einzelnen Abschnitte auf ihren Bau untersucht.

Der Verlauf der beiden Harngänge ist sowohl am frischen als am gehärteten Präparat ohne Schwierigkeit entsprechend den Angaben von RETZIUS und JOHANNES MÜLLER zu konstatiren. Vergl. Taf. V Fig. 1. Sie stellen zwei flache durchscheinende Röhren dar, welche sich von den zwischen liegenden Gefässen durch ihre bräunliche Färbung sowie durch die ihrer medialen Fläche anliegenden Harnkanälchen mit den zugehörigen Gefässknäueln unterscheiden. Die Anzahl der letzteren entspricht jener der Muskelsegmente. Beide Harngänge sind in der Richtung von oben nach unten abgeflacht, von ihrer medialen Fläche gehen unter spitzem Winkel in der Richtung nach vorne schmale gerade verlaufende 0,2 lange Harnkanälchen ab, welche an ihrem blinden Ende zu je einer ellipsoidischen 0,36 langen 0,26 dicken Kapsel sich erweitern. Taf. V Fig. 4. Das Kaliber der Harngänge verengt sich

1) Oversigt over det k. danske Vidensk. Selskabs Forhandlinger. 1863. p. 233.

2) On the anatomy of Vertebrates. By RICHARD OWEN. Vol. I. Fishes and Reptiles. London 1866.

3) Memoires d'anatomie comparée p. 145.

von dem hinteren Ende bis zu dem Niveau der Gallenblase nur unbedeutend. Schon bei mässiger Vergrösserung erkennt man in deren Wandung eine intensiv braungelbe Pigmentirung, welche in Form etwas gewundener netzförmig untereinander zusammenhängender Streifen auftritt. Man erkennt ferner die Zusammensetzung derselben aus einer Epithelschicht und einer Bindegewebehülle.

Das Epithel erscheint bei einem Vergleich von Längs- und Querschnitten unter stärkeren Vergrösserungen im ganzen Verlauf einschichtig, cylindrisch, die einzelnen Zellen 0,01 breit, in der Höhe zwischen 0,027 und 0,07 wechselnd; ihre Aussenfläche ist deutlich längsstreifig, stellenweise wie gerunzelt, der Kern rund, durchschnittlich 0,01 im Durchmesser haltend, und stets der Basis der Zelle sehr naheliegend. Die kurzen Zellen führen stets nur Spuren von gelblichen Pigmentkörnern in ihrem Protoplasma, die langen enthalten letztere in um so grösserer Menge, je beträchtlicher ihre Höhe ist. Da beide Formen durch Zwischenstufen ineinander übergehen, wird auf jedem Querschnitt eine Anzahl durch die ungleiche Längenentwickelung der Epithelien bedingter leistenartiger Vorsprünge gegen das Lumen des Harngangs zu Stande gebracht. Diesen Vorsprüngen folgt die Pigmentirung, sie sind im Allgemeinen der Länge nach verlaufend, stehen aber durch zahlreiche schiefe und quere Leisten untereinander in Zusammenhang. Dadurch kommen die netzförmigen Pigmentstreifen zu Stande, welche schon bei schwachen Vergrösserungen dem Auge auffallen.

Die Bindegewebshülle jedes Harnganges ist unmittelbar am Epithel zu einer dünnen Membrana propria verdichtet; an letztere schliesst sich eine Lage lockeren Gefässe führenden Bindegewebes an, welche nach aussen durch eine dünne Lage strafferen Bindegewebes in Form einer Adventitia von der Umgebung gesondert wird.

Die längs der medianen Fläche von beiden Harngängen entspringenden Tubuli sind wie letztere im Querschnitt elliptisch, mit einem längeren Durchmesser von 0,056; sie gehen nach einem Verlauf von durchschnittlich 0,2 in die ellipsoidischen Kapseln über, mit welchen sie blind aufhören. Sie bestehen gleichfalls aus einer Epithelschicht und einer die letztere umgebenden Bindegewebslage. Das Epithel ist einschichtig, gleichmässig 0,02 hoch, cylindrisch, ohne Pigment. Am Uebergang in die Kapsel flacht dasselbe rasch sich ab, ohne in irgend einer Strecke des Harngangs oder der Kanälchen Cilien zu besitzen; die Innenfläche jeder

Kapsel ist von einer kontinuirlichen Lage ganz flacher polygonaler Epithelien bekleidet. Die Bindegewebshülle der Harnkanälchen verhält sich übereinstimmend mit jener des Harngangs, von welcher sie abstammt; auch hier lässt sich eine dünne Membrana propria, eine lockere ihr anliegende Gefässe führende Bindegewebschicht und eine dünne aber straffe Adventitia unterscheiden. Im Bereich der Kapseln wird die Bindegewebshülle mehr gleichmässig fibrillär und von ziemlich dichter Beschaffenheit. Jede Kapsel wird von einem oberflächlich seicht gelappten Körper nahezu erfüllt, welcher das gewöhnliche Aussehen eines Glomerulus darbietet und an seiner Oberfläche von einer zusammenhängenden Schicht ganz flachen polygonalen Epithels überzogen ist.

An Injektionspräparaten sieht man die Nierenarterien den einzelnen Muskelsegmenten entsprechend von der Aorta zu den erweiterten blinden Enden der Harnkanälchen verlaufen. Sie durchsetzen deren Wand an der medialen Fläche und lösen sich im Inneren zu den charakteristischen Gefässschlingen des Glomerulus auf, aus welchen sie sich zu dem austretenden Gefäss wieder sammeln, welches nahe der Einmündungsstelle des Harnkanälchens in die Kapsal letztere zu verlassen pflegt. Tafel V Fig. 5. Das austretende Gefäss verläuft längs des kurzen Harnkanälchens, an letzteres einige dünne dasselbe mit lockeren Capillarmaschen umspinnende Zweige abgebend, zu dem Harngang, um sich auf letzterem zu einem rhombischen Capillarnetz aufzulösen, welches in der lockeren Bindegewebslage zwischen Membrana propria und Adventitia enthalten ist. Aus diesem Capillarnetz sammeln sich die Venae renales, welche den einzelnen Muskelinterstitien entsprechend medianwärts zur Hohlvene verlaufen.

Im Niveau der Gallenblase angelangt verengern sich beide Harngänge rasch auf die Hälfte ihres bisherigen 0,45 im Breitendurchmesser betragenden Calibers; sie verlaufen in dieser verengten Form noch zwei Muskelsegmente weit nach vorne. In dieser Strecke zeigen sie konstant ein oder zwei längliche Verdickungen, welche sofort durch ihre grauweisse Farbe auffallen. Der Bau der Harngänge in dieser Strecke ihres Verlaufs ist im Wesentlichen der frühere, jedoch ist das Epithel etwas flacher und zugleich der Pigmentgehalt etwas geringer als in dem hinteren Abschnitte. An den durch ihre grauweisse Farbe ausgezeichneten Verdickungen finden sich in den Vertiefungen zwischen den Vorsprüngen des Epithels Conkremente. Letztere sind vorwiegend kugelig, bisweilen ellipsoidisch oder von unregelmässig traubiger Form, sie zeigen

ziemlich beträchtlichen Glanz, deutlich koncentrische Schichtung, im Centrum häufig einen schwarzen Kern, ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,02 und 0,1. Sie lösen sich in Essigsäure oder Salzsäure nicht auf und geben auf deren Zusatz keine Gasblasen ab. Am Ende der die Conkremente enthaltenden Strecke, deren Zahl und Anordnung grossen Schwankungen unterliegt, geht bisweilen ein kurzes Harnkanälchen ab, welches in eine schmale statt des Glomerulus in der Regel gleichfalls ein Conkrement führende Kapsel endigt. Vergl. Tafel V Fig. 3.

Unmittelbar nach vorne von dem Abgang dieses Harnkanälchens verschmälert sich der Harngang neuerdings, so dass nur ein dünner mit flachem gelblich pigmentirten Epithel und starker bindegewebiger Wand versehener Strang übrig bleibt, welcher bei dem erwachsenen Thier eine kurze Strecke in der bisherigen Richtung verläuft, worauf derselbe weder mit der Loupe noch mit dem Mikroskop weiter verfolgbar ist. Etwas anders verhält sich derselbe bei jüngeren Thieren mit noch in der Anlage begriffenem Genitalapparat, wie ich sie zu Anfang des Juni 1873 wiederholt in den schwedischen Scheren fing. Entfernt man bei solchen Darm, Leber und Aorta bis zu dem Ursprung der letzteren und präparirt sodann das vordere Ende der beiden Harngänge mit dem konkrementhaltigen Abschnitt und dem in der Verlängerung nach vorne liegenden Bindegewebe bis zu den beiden von Johannes Müller als Nebennieren bezeichneten Gebilden von der Umgebung vorsichtig ab und breitet das Ganze nach vorheriger Färbung und Entwässerung in absolutem Alkohol in Candabalsam aus, so lässt sich die Fortsetzung des Harngangs als ein schmaler 0,02 im Durchmesser haltender Gang von dem vorderen Ende des konkrementhaltigen Abschnitts bis zu dem hinteren Ende jeder angeblichen Nebenniere verfolgen. Jeder Gang zeigt ein fast verschwindendes Lumen und eine Auskleidung mit einer einfachen Lage ganz flachen leicht gelblich pigmentirten Epithels, welchem eine verhältnissmässig dicke aus straffem längsgefaserten Bindegewebe bestehende Wand anliegt. Der Gang zeigt gelegentlich nahe dem vorderen Ende ein dünnes von der medialen Seite nach vorne zu abgehendes Harnkanälchen mit ellipsoidischer Kapsel und Glomerulus.

Die beiden Körperchen, zu welchen bei jüngeren Thieren das vordere Ende der Harngänge sich verfolgen lässt, sind bezüglich ihrer Lagerungsverhältnisse von Retzius und Joh. Müller richtig beschrieben. Der rechte liegt dicht neben den Oesophagus an der

dorsalen Fläche der rechten Ausbuchtung des Perikard gerade über dem Pfortaderherz, der linke an der dorsalen Fläche der linken Ausbuchtung des Herzbeutels über dem Herzvorhofe. Ihre Gestalt ist länglich, die Längenausdehnung beträgt 3 bis 4 mm., die Farbe ist am gehärteten Präparat gelblichweiss, die Oberfläche seicht gelappt und in die Höhle des betreffenden Perikardabschnitts vorragend. Schon bei mässiger Loupenvergrösserung erkennt man sowohl am frischen als am gehärteten Präparat auf dem Gipfel der einzelnen Vorsprünge feine punktförmige Oeffnungen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Längs- und Querschnitten ergibt sich, dass beide Körper drüsigen Bau besitzen. Vergl. Taf. IV Fig. 2. Der schmale Gang, in welchen bei jüngeren Thieren das vordere Ende jedes Harngangs sich fortsetzt, erweitert sich am hintern Ende der beiden Körper rasch und verläuft längs der ventralen Fläche der Vena cava nach vorne. Er besitzt in dieser Strecke wieder hohes leicht gelblich gefärbtes cylindrisches Epithel; sein Lumen ist von ungleicher Weite. Dem Epithel liegt wieder eine dünne Membrana propria und darauf eine lockere Schicht fibrillären Bindegewebes auf. Die dorsale Wand des Ganges zeigt in dessen unterem Abschnitt eine geringe Zahl von Ausbuchtungen, welche alle gegen die anliegende Hohlvene gerichtet sind und in deren Lumen vorspringen. Diese Ausbuchtungen enthalten in ihrem Innern je einen Glomerulus, welcher durch die dünne ihn umgebende Kapsel von der gleichfalls dünnen Wand der Hohlvene geschieden wird. Der Bau dieser Glomeruli und ihrer Kapsel verhält sich wie in dem hinteren Abschnitt des Harngangs. Vergl. Taf. IV Fig. 2. Von der ventralen und lateralen Fläche des Gangs entspringt eine grosse Zahl tubulöser Drüsengänge, welche zum Theil zu kleinen Büscheln vereinigt sind und nahe dem Ursprung sich theilen, schliesslich aber alle entweder geraden oder gewundenen Verlaufs der Oberfläche des anliegenden Perikards zustreben, welche über dem freien Ende jedes Tubulus vorspringt. Am Ende des Tubulus verengt sich dessen Lumen etwas, um alsbald mit einer leicht trichterförmig sich erweiternden Oeffnung in die Höhle des Herzbeutels auszumünden. Der Durchmesser der Tubuli schwankt zwischen 0,1 und 0,14, sie bestehen aus einer epithelialen Wand und einer Bindegewebshülle. Das Epithel ist im ganzen Verlauf gleich hoch, cylindrisch, 0,03:0,004 messend, längsgestreift und im Protoplasma feine gelbliche Körnchen in mässiger Zahl führend. Dicht vor der Ausmündung erhöht sich das Epithel etwas, dadurch die halsartige Verengerung des Lumen bedingend, um an der Aus-

mündungsstelle selbst in das Epithel der emporgehobenen Strecke des Perikard überzugehen. Vergl. Taf. IV Fig. 2. Cilien fehlen sowohl am frischen als am gehärteten Präparat im ganzen Bereich der Tubuli. Ihre bindegewebige Hülle ist längs des Epithels zu einer dünnen Membrana propria verdichtet, welcher wieder eine Schicht lockeren fibrillären Bindegewebes sich anschliesst; an den vorspringenden Enden der Tubuli wird dieses Bindegewebe auf der inneren Fläche von dem Epithel der Tubuli, auf der äusseren von dem sich allmählich erhöhenden Epithel des Perikard überzogen.

Jede Drüse erhält 2 bis 3 kleine Arterienstämmchen aus dem vordersten Abschnitt der Aorta, welche sich zunächst zu den Gefässknäueln begeben, um weiterhin in der lockeren Bindegewebslage um die einzelnen drüsigen Schläuche ein Netz verhältnissmässig weiter Capillaren zu bilden. Die Venenstämmchen beider Drüsen ergiessen ihr Blut, so viel ich am injicirten Präparate habe sehen können, in die Hohlvene, nicht in die Pfortader.

Myxine ist gleich Amphioxus getrennten Geschlechts. Der Genitalapparat wird demgemäss gebildet entweder von einem Hoden oder von einem Ovarium. Hier ist zunächst der ungewöhnlichen Lagerung der Geschlechtsdrüse zu gedenken, indem dieselbe aus der visceralen Lamelle des Peritonäum ihren Ursprung nimmt. Sowohl der Hode als das Ovarium verlaufen entlang des Darms und sind an dessen rechte Seite genau an der Anheftung des Mesenterium durch ein Mesorchium resp. Mesovarium befestigt. Links fehlt eine Geschlechtsdrüse.

Das Ovarium ist durch die Eianlagen auch an jüngeren Thieren leicht kenntlich; sie sind von kugeliger Form und bestehen aus einem grossen runden Kern von 0,006 bis 0,008 Durchmesser mit glänzendem Kernkörperchen und einer dünnen Protoplasmahülle. Diese jüngsten Eizellen liegen stets zwischen indifferenten Anlagezellen von 0,008 Durchmesser mit ziemlich grossem rundlichen oder ellipsoidischen Kern und feinkörnigem Protoplasma. Die grösseren Eizellen liegen in der Regel mehr gegen das Mesovarium zu, sie behalten die kugelige Form bis zu einem Durchmesser von 0,6 bei. Ihr Kern wächst dabei bis 0,16 Länge bei 0,11 Breite; er liegt stets an der Oberfläche des Protoplasma, im Inneren enthält er ein Kernkörperchen von 0,03 und eine mässige Zahl kugeliger Gebilde von 0,008 Durchmesser. Das Protaplasma sondert mehr und mehr geblichen äusserst fein vertheilten Dotter ab. Vergl. Taf. V Fig. 14. 15. Umgeben wird jedes Ei von dieser Grösse zunächst von einer einfachen Lage polygonaler ganz

flacher Zellen mit Kern von 0,012 Länge 0,006 Breite und feinkörnigem Protaplasma; auf diese Zellenlage folgt eine bis zu 0,016 dicke Schicht zellenreichen fibrillären Bindegewebes.

Bei weiterem Wachsthum geht die kugelige Form des Eies in eine ellipsoidische über. Zugleich wächst des Mesovarium in der Umgebung des Eies zu einem förmlichen Divertikel aus, so dass die in der Entwickelung vorgeschrittenen Eier allmählich in gestielte taschenförmige Anhänge des Mesovarium zu liegen kommen. Je grösser das Ei wird, um so deutlicher markirt sich an dem einen seiner beiden Pole ein weisslicher Fleck, welcher an dem andern Pol nur schwach angedeutet ist.

Bei Eiern von 18 mm. Länge bei 6 mm. Dicke lassen sich zwei bindegewebige Hüllen des Eies unterscheiden. Die eine ist dünn und mit der zweiten, über welche sie hinweggeht, nur locker verbunden; sie wird von einer Fortsetzung des Mesovarium gebildet. Die zweite oder innere haftet fest an der unterliegenden Testa; sie ist gegen die Mitte des Eies dünn, an den beiden Polen verdickt, bis 0,4 mächtig. Diese Hülle besteht aus einer sehr zellenreichen Bindesubstanz mit Kernen von 0,008—0,012 Länge bei 0,004—0,006 Dicke und sehr fein fibrillärer hie und da durch die Anwesenheit schmaler, Flüssigkeit führender Lücken an Schleimgewebe erinnernder Zwischensubstanz. Diese verdickten Abschnitte der inneren Hülle sind sehr reich an Gefässen, sowohl Capillaren, welche an Injektionspräparaten auf beiden Eipolen ein enges rhombisches Maschennetz bilden als Venen, welche einen ziemlich dichten Plexus herstellen. An der dem Ei zugewendeten Fläche ist die innere Hülle zu einer glänzenden 0,002 dicken Membrana propria verdichtet. An letztere stösst eine in der Mitte des Eies einfache, an den Polen mehrfache Schicht von Zellen. Sie sind gegen die Mitte des Eies quadratisch oder kubisch, 0,008 hoch, 0,008—0,012 breit, mit je einem runden oder ellipsoidischen in radiärer Richtung abgeflachten Kern versehen. Gegen die Pole hin verdickt sich diese Zellenschicht, und die Zellen nehmen je weiter gegen den Pol um so deutlicher cylindrische Form an; sie erreicht am Pol eine Dicke von 0,04 und besteht aus 3 bis 4 Etagen spindelförmiger oder cylindrischer Zellen mit dünnem feinkörnigen Protoplasma ohne scharfen Contour und ellipsoidischen radiär mit der Längsaxe gestellten Kernen von 0,012 Länge bei 0,006 Dicke. Genau in der Mitte des weissen Eipols zeigt diese Zellenschicht eine konische Einbuchtung von 0,06 Basis bei 0,1 Tiefe, welche eine trichterförmige gerade gegen den unterliegenden

Kern und das ihn umgebende Protoplasma gerichtete Oeffnung enthält, die Mikropyle. Die Grösse des gerade unter der letzteren liegenden Kerns bestimmte ich zu 0,2 Länge bei 0,1 Breite, das runde Kernkörperchen hatte einen Durchmesser von 0,015. Der Inhalt des mit Carmin roth sich färbenden Kerns war äusserst feinkörnig, die grösseren glänzenden Kügelchen, welche derselbe früher enthielt, waren verschwunden. Der Dotter zeigte gegen früher gleichfalls eine wichtige Veränderung, indem derselbe in einzelne Körner von 0,001 bis 0,016 Grösse zerfallen war; die kleineren Körnchen fanden sich in der Nähe des Kerns, die tiefer liegenden hatten durchschnittlich 0,012 bis 0,016 im Durchmesser; ihre Form war theils kugelig, theils ellipsoidisch, theils unregelmässig; mit Carmin liessen sie um ihre gelbe Centralmasse einen dünnen blass rothen Saum nachweisen, welcher häufig an einer umschriebenen Stelle zu einem 0,008 breiten 0,004 dicken Vorsprung verdickt war. Es bestanden demnach die Dotterkörnchen der Mehrzahl nach aus der eigentlichen Dottersubstanz und einer ungleich dicken Hülle.

Von den späteren Entwickelungsstadien habe ich Eier zu untersuchen Gelegenheit gehabt, welche vor Kurzem befruchtet sein mussten und in dem Göteborger Museum enthalten waren, dessen Vorstand, Herr A. W. Malm, mir zwei Stück freundlichst zur Disposition stellte. Diese Eier zeigten den merkwürdigen Ankerapparat, welchen Steenstrup beschrieben und abgebildet hat, in voller Ausbildung. Die Eier waren durch denselben zu einer Kette verbunden, indem die dreiarmigen Anker, in welche die Hornfäden jedes Eipols am Ende ausliefen, zwischen einander griffen und dadurch die einander zugekehrten Pole je zweier Eier verbanden. Die Testa zeigte an den Eiern, welche jedenfalls vor einigen Tagen bereits gelegt waren, keine Spur einer inneren oder äusseren bindegewebigen Hülle, dieselbe musste demnach eine vollständige Rückbildung erfahren haben, ähnlich der, welche das Schmelzorgan der Zähne nach erfolgter Ausbildung des Schmelzes erfährt. Nach Abzug der Eihaut zeigte sich an dem einen Eipol über dem Dotter eine annähernd kreisförmige etwa $^1/_4$ des Dotters umgebende Keimscheibe, welche bestimmte Embryonalanlagen noch nicht erkennen liess. Es ergibt sich aus dieser Beobachtung, dass Myxine ihre Eier in Schnüren legt und dass die Aneinanderreihung durch den Ankerapparat vermittelt wird, welcher von den beiden Polen jedes Eies ausgeht; es ergibt sich aber ferner die im Hinblick auf die totale Furchung des Petromyzon-Eies interessante Thatsache,

dass die Furchung bei Myxine eine partielle ist. Ich werde auf diese interessanten Verhältnisse, welche das Ei von Myxine darbietet, binnen Kurzem ausführlicher zu sprechen kommen.

Was die Angaben Joh. Müller's über die Beschaffenheit des Hoden betrifft, so entsprechen dieselben so wenig dem wirklichen Befund, dass ich zweifelhaft bin, ob Johannes Müller wirklich das Männchen von Myxine glutinosa vor sich gehabt hat. Die Männchen sind viel seltener als die Weibchen und wie ich Grund habe zu vermuthen, etwas keiner; alle männlichen Exemplare, welche ich erhielt, wurden ganz kurz nach dem Aussetzen des Köders gefangen. Der Hode hat die gleiche Lage wie das Ovarium und gibt sich auf den ersten Blick als solcher zu erkennen, indem er eine flache gleichmässig grauweiss gefärbte, seicht gelappte Masse längs des, freien Randes des Mesorchium bildet. Er besteht aus einer grossen Zahl rings geschlossener Follikel von 0,08—0,2 Durchmesser, welche durch stärkere Bindegewebzüge in läppchenartige Gruppen gesondert werden. Jeder Follikel besitzt eine bindegewebige Gefässe führende Hülle von 0,004—0,01 Dicke, deren innerste Schicht zu einer dünnen Membrana propria verdichtet ist, und einem epithelialen Inhalt. Letzterer besteht aus einer peripherischen Schicht protoplasmareicher flacher der Hülle des Follikels anliegender Zellen und einer grossen Zahl frei im Inneren des Follikels liegender rundlicher Zellen. Der Durchmesser der letzteren schwankt zwischen 0,01 und 0,02, sie besassen einen deutlichen Kern und ein blasses Protoplasma, welches in den grösseren Zellen eine Anzahl ellipsoidischer Körnchen ähnlich in der Ausbildung begriffenen Spermatozoidenköpfchen enthielt. Freie Spermatozoiden enthielten die Follikel zur Zeit der Untersuchung (im August) nicht. Vergl. Tafel V Fig. 12 und 13.

Die Deutung des Urogenitalsystems von Myxine bietet hinsichtlich des Genitalapparats keine Schwierigkeit. Der hintere Theil des Harnapparats ist durch die Harnkanälchen und ihre Endigung in Gefässknäuel führende Kapseln als Urniere genügend charakterisirt, denn nur von einer solchen kann bei Myxine die Rede sein. Grössere Schwierigkeit bietet die konkrementhaltige Strecke und der vordere tubulöse in das Perikard, respektive, da die Perikardialhöhle von Myxine mit der Leibeshöhle kommunicirt, in die Leibeshöhle mündende Abschnitt. Für seine Deutung ist die Nachweisbarkeit des Zusammenhangs mit dem Urnierengang bei jüngeren Thieren von Wichtigkeit; es erhält sich hier bei Myxine ein aus dem vorderen Ende des Urnierengangs hervorgehen-

der drüsiger Apparat, welcher bei allen amnionlosen Wirbelthieren in einer bestimmten Periode ihres Embryonallebens sich findet und durch seine Beziehungen zur Leibeshöhle von der Urniere sich unterscheidet. Dieser Abschnitt wird zweckmässig, da er vor der Entwickelung der Urnierenkanälchen auftritt und auch der Lage nach vor letzteren sich befindet, als Vorniere Proren zu bezeichnen sein. Der zwischen Vorniere und Urniere bei Myxine sich findende konkrementhaltige Abschnitt kann seine Eigenthümlichkeit ebensowohl einer Vererbung von Tunikaten oder Würmern als der Involution des Verbindungsstücks zwischen vorderem und hinteren Abschnitt des Urnierengangs verdanken. Die Verfolgung der Entwickelungsgeschichte von Myxine vermag allein diese Frage zu entscheiden.

3. Das Urogenitalsystem von Petromyzon Planeri.

Rathke [1]) hat die topographischen Verhältnisse des Urogenitalsystems von Petromyzon Planeri genau und in den wesentlichen Punkten vollkommen richtig beschrieben. Nach ihm verläuft längs der Bauchhöhle rechts und links je ein Fettkörper. Jeder hat zwei Seiten, eine äussere sehr konvexe und den Seitenwänden der Bauchhöhle anliegende und eine innere etwas konkave, und dem einfachen Geschlechtstheile sowie dem Darm anliegende. Der obere sowohl als der untere Rand eines jeden ist mässig stumpf. Beinahe ganz vorn ist jeder Körper am dicksten und breitesten, je weiter nach hinten, desto mehr nimmt er an Dicke und Breite ab. Beide Körper liegen mit ihren oberen breiteren und der Wirbelsäule angehefteten Rändern ganz nahe bei einander und haben nur die Aorta zwischen sich; mit ihren unteren Rändern dagegen liegen sie ziemlich weit von einander entfernt.

Mit diesen Fettkörpern sind die beiden Nieren auf das Innigste verschmolzen. In dem unteren Rande jedes Fettkörpers verläuft beinahe bis zu dem vorderen Ende ein hautartiger Kanal, der Harnleiter. Er nimmt nach hinten an Weite zu, erlangt jedoch nirgends die Weite des Harnleiters der Pricke. Von der vorderen Hälfte dieses Kanals gehen unter rechten Winkeln und in kleinen Entfernungen von einander eine Menge äusserst zarter Gefässe ab

1) Beiträge zur Geschichte der Thierwelt. Vierte Abtheilung. Halle 1827. 4. S. 92 ff.

und wenden sich alle nach oben. Ein jedes dieser Gefässe, von welchen die mittelsten am längsten sind, hat im Ganzen eine ziemlich beträchtliche Länge und scheint ganz einfach zu sein. Ein jedes ferner ist zum grössten Theil knäuelartig gewunden und seine Windungen werden nur durch eine sehr geringe Menge von Zellgewebe zusammengehalten. Wenig Zellgewebe hält auch die einzelnen Knäuel untereinander zusammen. Die ganze Ansammlung dieser Gefässknäuel, welche nichts anderes als die Harngefässe sind, befindet sich an dem unteren Theil der vorderen Hälfte des Fettkörpers. Die Endstücke der Gefässe sind nicht mehr knäuelförmig zusammengewickelt, sondern stark geschlängelt und dringen in mässigen Entfernungen von einander in den Fettkörper selbst ein, innerhalb dessen sie von unten nach oben verlaufen. Ob sich der Fettkörper der Niere anbildet oder ob die Niere späteren Ursprungs ist und aus ihm ihre Entstehung nimmt, lässt sich nicht sagen, wahrscheinlich dürfte der Analogie nach das erstere der Fall sein. Die Harnleiter münden dicht vor dem Ende des Darms in diesen. Zwischen den beiden Fettkörpern und den Nieren, über dem Darm, verläuft der einfache Eierstock oder Hode. Er erstreckt sich fast durch die ganze Bauchhöhle und ist der Aorta und zum Theil den oberen Rändern der Fettkörper fest angewachsen. Sowohl der Hode als der Eierstock besteht aus dünnen, kleinen, vom Bauchfell überzogenen Zellgewebsplatten, innerhalb welcher je nach dem Geschlecht die Eier oder die weissen Hodenkügelchen liegen. Ein Samen- oder Eileiter ist nicht vorhanden.

An das vordere Ende jeder Hohlader setzt sich ein geräumiger blutführender Sack an. An seiner äusseren Fläche befinden sich 10 bis 12 drüsenartige, kleine, weissgefärbte und mit einem kurzen Stiel versehene Körperchen, welche zum Theil becherförmig ausgehöhlt erschienen. Aehnliche Gebilde fanden sich im Inneren des Sackes selbst.

Bei Petromyzon Planeri sind die beiden Fettkörper unterhalb der Aorta verschmolzen. Die Niere erstreckt sich wie bei Ammocoetes von dem vorderen Rande bis zur Mitte desselben. Die Harngefässe münden getrennt hintereinander in die Harnleiter ein und sind nicht so stark wie bei Ammocoetes geschlängelt.

Das reife Ei von Petromyzon Planeri haben Max Schultze und August Müller beschrieben. Ersterer[1]) unterscheidet an dem rei-

1) Die Entwickelungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Haarlem 1856. S. 30.

fen Ei die äussere Hülle, aus gallertartiger Substanz und der festeren Eischalenhaut (Chorion) bestehend und den Dotter, der von einer zarten Dotterhaut umhüllt wird. Die Eischalenhaut ist eine glashelle ziemlich feste 0,0015 dicke Membran, die äusserst fein punktirt ist. Die Dotterhaut ist äusserst zart. Eine Mikropyle konnte Max Schultze nicht auffinden. Die Dottersubstanz besteht aus losen Körnchen, wovon die grösseren sechsekige längliche Plättchen, die kleineren Ellipsoide darstellen. Ein Keimbläschen oder eine Kernhöhle vermochte Max Schultze nicht aufzufinden.

Nach Max Schultze entsteht nicht lange nach der Bildung der Unterkiemendrüse die Anlage einer zweiten, aus dem unter der Chorda dorsalis angehäuften Blastem über dem Herzen. Aus der durch Pigmentablagerungen früh schon sehr undurchsichtig werdenden Masse wachsen nämlich nach unten, gegen das Herz zu, drei oder vier kurze Fortsätze hervor, welche eine eigenthümliche Wimperung zeigen. Dieselben machen fast den Eindruck von hohlen Röhren, jedoch zeigt eine genauere Betrachtung, dass dieselben nicht von einem Kanale durchzogen sind, sondern nur eine über die Oberfläche herüber laufende Rinne besitzen, und diese ist mit zwei Reihen Wimpern besetzt, welche einen wimpernden Kanal vortäuschen. Diese eigenthümlichen Gebilde, welche die Grundanlage einer Drüse zu bilden scheinen, entsprechen in ihrer Lage den Urnieren der Froschlarve. Auffallend ist die wimpernde Rinne auf der Oberfläche, welche den Kanälen der Urnieren anderer Thiere fehlt. Dieselben könnten möglicherweise später durch Umwachsung zu einem wimpernden Kanale werden, und, da Wimperung wohl in den Nieren, nicht aber in den Wolf'schen Körpern vorkommt, und bei den Fischen letztere überhaupt noch nicht als Vorläufer der Nieren nachgewiesen sind, so könnten die fraglichen Gebilde auch die Anlagen der Nieren selbst sein.

Ebenso räthselhaft muss zunächst eine zweite Drüsenanlage erscheinen, welche hinter der eben beschriebenen unter der Chorda hervorwächst. Dieselbe entseht viel später und besteht aus einem kurzen, gewundenen, engen Kanal, welcher aus strukturloser Haut gebildet erscheint und keine Spur von Wimperung zeigt.

Ich habe die vorstehenden Angaben zunächst an Embryonen und sehr jungen Larven von Petromyzon fluviatilis, weiterhin an Larven des Petromyzon Planeri geprüft.

Das früheste Entwickelungsstadium des uropoetischen Systems beobachtete ich bei einem Embryo mit der Anlage der vorderen

vier Kiemenspalten. Das Herz lag bei diesem Embryo als ein 0,2 langer 0,1 dicker Hohlkörper der ventralen Fläche des Oesophagus an. Dicht hinter seinem vorderen Ende zeigte sich in der seitlichen Wand der längs des Pharynx nach vorne sich erstreckenden Peritonäalhöhle beiderseits eine runde Oeffnung, welche in einen schmalen längs der Chorda eine Strecke weit nach rückwärts verfolgbaren Gang führte.

Weiter war der Apparat entwickelt bei einem Embryo von 4,25 mm. Länge mit verdicktem aber bereits gestrecktem Hinterleib und der Anlage sämmtlicher Kiemensäcke. Das Herz war bei diesem Embryo 0,24 lang, an sein hinteres Ende stiess die Anlage der Leber, welche einen blinden nach vorne gerichteten geräumigen Fortsatz des Darms dicht hinter der Einmündung des Oesophagus bildete, demnach noch in dem Amphioxusstadium befindlich war. Neben und über dem Herzen, dicht hinter dessen vorderem Ende, waren zwei Vorsprünge in der seitlichen Wand der Leibeshöhle zu bemerken, welche je einen mit freier Mündung in die letztere sich öffnenden Gang enthielten. Diese Gänge standen mit gewundenen Röhren in Zusammenhang, welche dorsalwärts vom Herzen zwischen Chorda und Peritonäum von dem hintersten Kiemenseptum bis zum Niveau des vorderen Randes der Leberanlage sich verfolgen liessen. Alle diese Gebilde besassen ein deutliches Lumen, die Wandung wurde gebildet von einer einfachen Lage quadratischen Epithels und einer dünnen Bindegewebsschicht. An die gewundenen Röhrchen schloss beiderseits ein Gang sich an, welcher längs der ventralen Fläche der Chorda bis in die Nähe der Cloakenöffnung sich verfolgen liess.

Bei Larven von 7 mm. Länge wurde ein genauerer Einblick in das Verhalten der einzelnen Theile gewonnen, weil hier das erforderliche Material zu Gebote stand, um die Längsansicht durch Querschnitte zu kontrolliren. Die Anlage der Leber hatte bei diesen Thieren eine Länge von 0,4 und zeigte bereits netzförmig verzweigte mit deutlichem Lumen versehene Lebergänge. Vor der Leber erstreckte sich das Herz in einer Länge von 0,3 bis zum hintersten Kiemenseptum. Dorsalwärts von Herz und Leber verlief in der Mittellinie der 0,04 weite Oesophagus. Seiner rechten und linken Fläche lag je eine gewundene Drüse an, welche in einer Länge von 0,43 einer Höhe von 0,1 bei 0,05 Breite die parietale Lamelle des Peritonäum vorwölbte. Die Drüse bestand aus gewundenen Röhrchen von theils rundem, theils elliptischem Querschnitt mit durchschnittlich 0,024 betragendem Durchmesser.

Das Lumen war scharf begrenzt, die Wand wurde gebildet von einer einfachen Lage quadratischer 0,006 hoher Epithelien mit rundlichem Kern und einer dünnen Bindegewebshülle, an welche eine geringe Menge mehr lockeren Bindegewebes sich anschloss. Die Kanälchen lagen in Folge des letzteren Umstandes sehr nahe aneinander. An vier Stellen bildeten sie Vorragungen, um mit einer trichterförmigen von zwei Seiten komprimirten Oeffnung in die Peritonäalhöhle auszumünden. Die Kanälchen verengten sich plötzlich nahe dem Abgang des Mündungsstücks, das Epithel nahm im Verlauf des letzteren cylindrische Form an und zeigte nahe der Mündung 0,01 hohe sehr deutliche Cilien. Am Rande jeder Mündung ging dieses Flimmerepithel ohne Unterbrechung in das Peritonäalepithel über, welches im Verlauf der durch die Mündung emporgehobenen Strecke des Peritonäum gleichfalls der cylindrischen Form sich näherte, an deren Basis dagegen gleich dem umgebenden Peritonäalepithel ganz flach war. Ausser den vier Vorsprüngen, auf welchen die Mündungen der Kanälchen in die Leibeshöhle lagen, zeigte jeder drüsige Körper an seiner medialen Fläche einen Glomerulus, welcher von dem Peritonäalepithel längs seiner freien Fläche überzogen war. Am hinteren Ende ging jede Drüse in einen einfachen Gang über, welcher dorsalwärts vom Parietalperitonäum der lateralen und unteren Fläche der Vena cava anliegend bis zur Cloake sich erstreckte, in welche er dicht hinter dem Darm ausmündete. Der Gang hatte auf dem Querschnitt elliptische Form, 0,024 im kurzen, 0,028 im längeren Durchmesser, er besass ein deutliches Lumen, die Wand bestand aus einer einfachen Lage quadratischer 0,006 hoher Epithelien und einer dünnen Bindegewebsschicht. Die dorsale Wand der Peritonäalhöhle bildete den Vorsprung noch nicht, welcher in den späteren Entwickelungsstadien zur Entwickelung gelangt und im Folgenden wegen seiner Beziehungen zur Urniere als Urnierenfalte bezeichnet werden wird; ebensowenig waren in dem hinter den gewundenen Kanälchen befindlichen Abschnitt des Ganges die Anlagen von Urnierenkanälchen wahrnehmbar. Letzteres ist ein für die Auffassung des Befundes wichtiges Ergebniss; die Drüse, welche dem vorderen Ende des Urnierengangs angefügt ist, stellt nach Lage und Bau das Homologon der Vorniere von Myxine dar und wird daher im Folgenden stets als solche bezeichnet werden. Der Umstand, dass dieselbe bei Petromyzon vollständig entwickelt ist, zu einer Zeit, in welcher die Entwickelung der Urnierenkanälchen noch nicht begonnen hat, lässt schliessen, dass hier zwei in der Zeitfolge ihrer

Entwickelung und in ihren Beziehungen zur Leibeshöhle verschiedene Organe vorliegen, von welchen das eine, die Vorniere, älter ist als das andere und erst im weiteren Verlauf der Entwickelung demselben Platz macht.

Bei der Larve von Petromyzon Planeri von 25 mm. hatte die Vorniere eine Länge von 1,2 mm. bei 0,35 Breite und 0,7 Höhe. Der Bau hatte sich nicht wesentlich gegenüber dem Befund der zuletzt beschriebenen Larven von Petromyzon fluviatilis geändert, die Dimensionen der einzelnen Theile waren beträchtlicher. Die Vornierenkanälchen hatten 0,06—0,08 Durchmesser mit scharf begrenztem Lumen und 0,014 hohem einschichtigen kubischen Epithel mit rundem Kern und zahlreichen Körnchen im Protoplasma. An das Epithel schloss sich eine dünne Membrana propria an, welche von einer Schichte mehr lockeren Bindegewebes umgeben war. Auch jetzt waren die Kanälchen dicht aneinander gelagert, das sie umgebende Bindegewebe führte eine mässige Zahl grosser verästelter Pigmentzellen. Die Zahl der Oeffnungen, durch welche die Vornierenkanälchen mit der Leibeshöhle kommunicirten, war wie früher vier. Die vorspringenden Mündungsstücke waren seitlich komprimirt, die Oeffnung in Folge davon rinnenförmig, das Epithel in deren Bereich cylindrisch, 0,013 hoch, 0,004 breit, mit konischen sehr deutlichen Cilien von 0,01 Länge besetzt, der Uebergang in das Peritonäalepithel verhielt sich wie früher. An der medialen Fläche jeder Vorniere ragte dicht unterhalb des Oesophagus ein 0,13 langer 0,08 breiter Glomerulus mit seicht gelappter Oberfläche über die Umgebung vor. Vergl. Taf. IV Fig. 6. An ihrem hinteren Ende setzte sich die Vorniere in den Urnierengang fort. Letzterer lag zunächst hinter der Vorniere der ventralen Fläche jeder Hohlvene an als ein im Querschnitt elliptischer Gang, welcher von lockerem verästelte Pigmentzellen führenden Bindegewebe umgeben war. Eine kurze Strecke weiter rückwärts wurde die Urnierenfalte deutlich und erstreckte sich beiderseits der Mittellinie von der ventralen Fläche jeder Hohlvene aus als ein im Querschnitt annähernd dreieckiger mit konkaver medialer und konvexer lateraler Fläche versehener Vorsprung von 0,5 Höhe bei 0,2 Breite an der Basis in die seitliche Partie der Leibeshöhle. Der Urnierengang verlief in schiefer Richtung durch die Falte, so dass derselbe allmählich nahe der abgerundeten ventralen Spitze der letzteren zu liegen kam. Sein Querschnitt war von elliptischer Form, 0,08 im längeren, 0,06 im kürzeren Durchmesser. In dem ganzen vorderen Abschnitt seines Verlaufs durch die Urnierenfalte

gingen von demselben Harnkanälchen ab, welche sich gewundenen Verlaufs bis zu dem dorsalen Ende jeder Falte erstreckten und schliesslich in runde je einen Glomerulus beherbergende Kapseln endigten, welche längs der medialen Fläche des Vorsprungs nahe dessen ventralem Ende gelagert waren. Die Urnierenkanälchen waren von zweierlei Dimensionen: In dem ventralen Abschnitt jeder Falte waren sie durchschnittlich 0,048 im Durchmesser mit Lumen von 0,028 und kubischem Epithel von 0,01 Höhe. In dem dorsalen Abschnitt der Falte war der Durchmesser der Urnierenkanälchen im Mittel 0,03 mit Lumen von 0,014 und kubischem 0,008 hohen leicht gelblich gefärbten Epithel. In der Nähe der beiden Hohlvenen enthielt die Bindesubstanz beider Falten zahlreiche Fettzellen, zugleich erstreckte sich zwischen die schmalen Urnierenkanälchen des dorsalen Abschnitts mehr zellenreiches Bindegewebe als zwischen die weiten Kanälchen des ventralen Abschnitts, welche in Folge davon dichter gedrängt lagen. In der Nähe des Uebergangs in die Kapseln nahm das Epithel mehr cylindrische Form an und liess Cilien erkennen; in der Kapsel selbst flachte es sich rasch ab und überzog deren Innenfläche sowie den die Lichtung nahezu ausfüllenden Glomerulus mit einer zusammenhängenden dünnen Decke. Der unterhalb der Aorta zwischen den beiden Urnierenfalten liegende Abschnitt des Bauchfells liess keine deutliche Anlage des Genitalapparats erkennen.

Bei der Larve von 43 mm. war an der Vorniere in so ferne eine Aenderung zu konstatiren, als dieselbe von ziemlich weiten Gefässräumen durchsetzt war. Die Kanälchen waren in Folge davon etwas auseinander gedrängt, sie verhielten sich im Uebrigen wie früher, ebenso ihre Mündungen und der Glomerulus. Die Urnierenfalte war 0,8 hoch, 0,4 an der Basis breit. Der Urnierengang verlief in schiefer Richtung durch deren vorderen Theil, von ihrer Basis im Verlauf nach rückwärts der stumpfen Spitze sich nähernd; sein Querschnitt war elliptisch, 0,116 im langen, 0,087 im kürzeren Durchmesser; die Wand wurde gebildet von einer einfachen Lage cylindrischen Epithels von 0,015 Höhe und umgebender Bindesubstanz. Die Urnierenkanälchen waren im ventralen und dorsalen Abschnitt der Falte deutlicher in ihren Dimensionen verschieden als in dem vorhergehenden Stadium: die im ventralen Abschnitt liegenden Kanälchen hatten 0,06—0,07 Durchmesser, ihr Epithel war quadratisch bis kubisch, 0,014 hoch und imbibirte sich mit Carmin dunkelroth; die im dorsalen Abschnitt liegenden hatten einen durchschnittlichen Durchmesser von 0,03 mit 0,01

hohem kubischem mit Carmin gelblich roth sich imbibirendem Protoplasma; sie bildeten zum Theil dorsalwärts gerichtete Schleifen. Die ventralen gingen mit einer leichten Verengerung in die 0,1 im Durchmesser haltenden Kapseln über; das Epithel nahm in der Nähe der Uebergangsstelle cylindrische Form an und trug Cilien, um in der Kapsel rasch sich abzuflachen und letztere sowie den in sie vorragenden Glomerulus in kontinuirlicher Lage zu überziehen.

Das Genitalsystem war bereits bei Larven von 35 mm. in Form einer der Länge nach zwischen der Basis der beiden Urnierenfalten sich erstreckenden Verdickung des Peritonäalepithels angelegt. Die ursprünglich gleichförmige Anlage hatte sich jetzt dadurch weiter entwickelt, dass dieselbe durch das Eindringen von bindegewebigen Scheidewänden in rings geschlossene solide Follikel gesondert wurde. Die ganze Anlage stellte auf dem Querschnitt einen unvollkommen zweilappigen der ventralen Fläche der Aorta anliegenden Streif von 0,08 Höhe bei 0,07 Breite dar. Die einzelnen Follikel hatten 0,03 bis 0,04 im Durchmesser, sie bestanden aus einer dünnen bindegewebigen Kapsel und im Inneren durchweg aus kubischen und rundlichen im Mittel 0,006 grossen protoplasmareichen Zellen. Die Anlage der beiden Geschlechtsdrüsen verhielt sich in diesem Stadium vollkommen gleich. Dies änderte sich bereits bei Larven von 50 mm. Länge, indem in den Follikeln des Ovarium das Auftreten von Eiern bemerklich wurde. Letztere bildeten sich aus je einer central liegenden Anlagezelle hervor und vergrösserten sich rasch auf Kosten der umliegenden, den Follikel erfüllenden Zellen, welche unter bedeutender Abflachung gegen die bindegewebige Wand des Follikels gedrängt wurden. Vergl. Tafel V Fig. 9.

Bei der Larve von 65 mm. Länge war die Vorniere in voller Rückbildung begriffen. Dieselbe war begleitet von dem Auftreten mächtiger kavernöser mit dem vorderen Ende der beiden Hohlvenen zusammenhängender Räume, zwischen welchen die Vornierenkanälchen in grossen Zwischenräumen enthalten waren. Ihr Durchmesser betrug im Mittel 0,04, das einschichtige cylindrische 0,012 hohe Epithel war in seinem Protoplasma dicht erfüllt von glänzenden intensiv braungelben kryptokrystallinischen Körnchen. Vergl. Tafel IV Fig. 7. Inder Nähe der Mündungsstücke hörte dieser Infarkt auf, das Epithel war hier wie früher cylindrisch und protoplasmareich und an der rinnenförmigen Mündung selbst mit langen Cilien besetzt. Der an der ventralen Fläche beider Vor-

nieren in die Leibeshöhle vorspringende Glomerulus hatte eine Länge von 0,17 bei 0,087 Breite. Am hinteren Ende der Vorniere gingen deren Kanälchen in den Urnierengang über, welcher hier in einer kurzen dem Ende des Oesophagus anliegenden Strecke eine geringe Zahl braungelber glänzender Conkremente in seinem Lumen enthielt, aber keine Kanälchen abgab. Daran schlossen sich wieder die beiden in ihrem vorderen Abschnitt den Urnierengang mit der Urniere beherbergenden Falten an, deren Höhe 1,3 bei 0,435 Breite an der Basis betrug. Der Verlauf des Urnierengangs war wie früher, die weiten ventralwärts und die schmalen dorsalwärts liegenden Kanälchen waren aber schon durch die Anordnung unterscheidbar, indem erstere dicht gedrängt, letztere durch zwischenliegendes Fett- und Pigmentzellen führendes Bindegewebe durch ziemlich beträchtliche Zwischenräume geschieden waren. Die den Glomerulus enthaltenden Kapseln hatten sich auf 0,18 erweitert, die engen Urnierenkanälchen hatten einen mittleren Durchmesser von 0,04, die weiten einen solchen von 0,06.

Ovarium und Hode waren vollständig als solche ausgebildet. Die Eier hatten 0,09 im Durchmesser, ihr Protoplasma war homogen, sehr kleine gelbliche Körnchen in gleichförmiger Vertheilung enthaltend, der Kern rund 0,04, das Kernkörperchen 0,011 messend. Jedes Ei war umgeben von einer sehr dünnen gefalteten Membran, welche bei starker Vergrösserung auf Anwendung von Carminpikrat eine polygonale Zeichnung bei Betrachtung von der Fläche erkennen liess; auf diese folgte das den Follikel abschliessende dünne Bindegewebsseptum mit ellipsoidischen Kernen von 0,002 : 0,008. Der Hode hatte seine Follikel gegen früher vergrössert; der Inhalt liess eine periphere Zone von kubischen Epithelien und eine centrale Zellenmasse von mehr rundlicher Form unterscheiden, Spermatozoiden waren in keiner der Zellen in der Anlage begriffen.

Es würde zu weit führen, die Veränderungen, welche im weiteren Verlauf der Entwickelung an dem Urogenitalsystem sich einstellen, nach den einzelnen Stadien zu schildern, da dieselben aus dem Befund, welchen das geschlechtsreife Thier zur Laichzeit darbietet, von selbst sich ergeben. Bei letzterem hat die Vorniere eine nahezu komplete Involution erfahren, von welcher nur die Mündungsstücke nebst dem Glomerulus verschont beiben. Sie ragen beiderseits der Mittellinie als je vier gelbliche kurze Zapfen in den vordersten Abschnitt der Leibeshöhle vor. Ihre Länge beträgt 0,15 bis 0,2, die Dicke an der verschmälerten Basis 0,1, am

freien Ende 0,12 bis 0,14. Sie bestehen aus einer centralen von cylindrischem Epithel ausgekleideten Höhle, welche am freien Rande mit seitlich komprimirter in Folge davon rinnenartig erscheinender Oeffnung in die Leibeshöhle ausmündet. Im Bereich der Oeffnung tragen die Epithelien 0,014 lange konische etwas steife Cilien; wie früher setzt sich das Flimmerepithel unter Abflachung und Verlust der Cilien kontinuirlich in das anliegende Peritonäalepithel fort. Der medianwärts von den Mündungsstücken liegende Glomerulus ist von oben nach unten abgeflacht und sitzt dem Peritonäum mit schmaler stielartiger Basis auf. Vergl. Taf. IV Fig. 8. Die Vornierenkanälchen sind nebst den mächtigen sie umgebenden kavernösen Gefässräumen geschwunden, ebenso der vorderste Abschnitt des Urnierengangs. Die Urniere hat ihre Beschaffenheit gegen früher in so ferne verändert, als sie in Folge von stärkerer Entwickelung von fetthaltigem Bindegewebe in der Basis der Urnierenfalte ganz in deren ventralen Abschnitt zu liegen gekommen ist. Auch jetzt sind die dorsalwärts liegenden Kanälchen schmäler als die ventralwärts liegenden, die Differenz ist aber etwas geringer als früher, die Unterscheidung wegen der dichteren Aneinanderlagerung sämmtlicher Theile schwieriger.

Es folgt aus diesem Befund, dass das Verhalten der Vorniere bei der Petromyzonlarve lange Zeit hindurch jenem bei allen amnionlosen Cranioten im Wesentlichen konform ist, wie ein Blick auf die Figur 1 auf Tafel V ergibt, welche den Befund der Vorniere bei der Froschlarve (Rana temporaria) wiedergibt. Gegenüber Myxine erfährt aber die Vorniere hei Petromyzon eine fortschreitende Involution, welche aller Wahrscheinlichkeit nach durch die stärkere Entwickelung der Urniere bedingt ist. Nur ein unbedeutender Rest des Organs entgeht dieser Involution. Es verhält sich bei den Petromyzonten die Urniere ähnlich zur Vorniere wie bei den Amnioten die Niere zur Urniere; dies gilt aber für alle amnionlosen Cranioten, wie ich in einer umfassenderen Arbeit nachweisen werde.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IV.

Fig. 1. Uropoetisches System von Myxine glutinosa. Natürliche Grösse. a Darm mit der hinteren Leber zurückgeschlagen. b Herz. c Vorniere. d Conkrementhaltiger Abschnitt. e Urniere.

Fig. 2. Vorniere von Myxine glutinosa. a Vornierenkanälchen. b Deren Ausmündungen in die Perikardialhöhle. c Glomerulus. d Vena cava. e Urnierengang. f Urnierenkanälchen mit Glomerulus.

Fig. 3. Conkrementhaltiger Abschnitt des Urnierengangs von Myxine glutinosa. a Vorderster Theil des Urnierengangs. b Conkrementhaltiger Theil. c Urnierengang. d Conkremente.

Fig. 4. Urniere von Myxine glutinosa, mit Berlinerblau vom Urnierengang aus injicirt. a Urnierengang. b Urnierenkanälchen. c Kapsel.

Fig. 5. Urniere von Myxine glutinosa, von der Aorta aus injicirt. a Urnierengang. b Urnierenkanälchen. c Kapsel. d Arteria renalis. e Glomerulus. f Vas efferens. g Vena renalis. h Capillarnetz um den Urnierengang.

Fig. 6. Querschnitt durch die Vorniere einer 25 mm. langen Larve von Petromyzon Planeri. a Rückenmark. b Chorda. c Aorta. d Oesophagus. e Vorniere. f Prominirender Glomerulus. g Mündungsstück. h Vena cava. i Haut. k Rumpfmuskulatur.

Fig. 7. Querschnitt der Vorniere einer 65 mm. langen Larve von Petromyzon Planeri. a Chorda. b Aorta. c Cavernöse Gefässräume am vorderen Ende der Vena cava. d Vornierenkanälchen, die Epithelien in ihrem Protoplasma braungelbe Conkremente führend. e Mündungsstücke. f Prominirender Glomerulus.

Fig. 8. Querschnitt der Vorniere des geschlechtsreifen Petromyzon Planeri. a Cuticula chordae. b Aorta. b' Letztes Kiemenvenenpaar. c Vena cava. d Persistirende Mündungsstücke. e Persistirender Glomerulus.

Taf. V.

Fig. 1. Querschnitt durch die Vorniere einer jungen Larve von Rana temporaria. a Nervensystem. b Chorda. c Aorta. d Ausmündung der Vorniere in die Leibeshöhle. e In die Leibeshöhle prominirender Glomerulus. f Vornierenkanälchen. g Peritonäalepithel.

Fig. 2. Querschnitt durch die Vorniere von Myxine glutinosa. a Vornierenkanälchen. b Ausmündung der Vorniere in die Leibeshöhle (das Perikard). c Glomerulus. d. Vena cava.

Fig. 3. Schnitt durch die Urniere von Petromyzon Planeri. a Kapsel mit Glomerulus. b Uebergang der weiten Urnierenkanälchen in die Kapsel mit Flimmerepithel. c Weite Urnierenkanälchen. d Interstitielle Bindesubstanz.

Fig. 4. Horizontalschnitt des Porus abdominalis und seiner Umgebung von Amphioxus. a Hodensegmente. b Sphincter pori abdominalis. c Porus abdominalis. d Stützen der Bauchflosse. e Bauchmuskel.

Fig. 5. Querschnitt des Eierstocks eines 25 mm. langen Amphioxus. a Eizellen. b Eianlagen. c Kapsel. d Gefäss am Hilus.

Fig. 6. Längsschnitt des Eierstocks eines 40 mm. langen Amphioxus. a Reife b unreife Eizellen. c Kapsel. d Hilus mit Gefäss.

Fig. 7. Querschnitt des Hoden eines 25 mm. langen Amphioxus. a Kapsel. b Anlagezellen. c Hilus.

Fig. 8. Querschnitt des Hoden eines 40 mm. langen Amphioxus. a Kapsel. b Rindensubstanz. c Marksubstanz mit dem Trabekelnetz. d Hilus.

Fig. 9. Schnitt durch das Ovarium einer Larve des Petromyzon Planeri von 48 mm. Länge. a Follikel mit Anlagezellen. b Follikel mit Eianlage. c Bindegewebehülle.

Fig. 10. Schnitt durch das Ovarium einer 120 mm. langen Larve von Petromyzon Planeri. a Eier. b Bindegewebige Septa. Das nähere Detail ist bei diesen Figuren, welche nur über die gröberen Verhältnisse von Hode und Ovarium informiren sollen, nicht ausgeführt.

Fig. 11. Schnitt durch den Hoden einer 120 mm. langen Larve von Petromyzon Planeri. a Hodenfollikel. b Interstitielles Bindegewebe.

Fig. 12. Hode von Myxine glutinosa. a Hodenfollikel. b Mesorchium.

Fig. 13. Schnitt durch den Hoden von Myxine glutinosa. a Hodenfollikel. b Bindegewebige Hülle.

Fig. 14. Ovarium einer 200 mm. langen Myxine glutinosa. a Eizellen. b Anlagezellen. c Peritonäum.

Fig. 15. Ovarium von Myxine glutinosa. a Jüngere b Weiter entwickelte Eier. c Mesovarium.

Fig. 16. Ei des Amphioxus. a Testa, von polygenalen Follikelepithelien gebildet, deren Kern geschwunden ist. b Eiprotoplasma mit Dotterkörnchen. c Kern. d Kernkörperchen.

Berichtigung. Auf Seite 94 bis 112 sind die Nummern der beiden Tafeln in Folge eines Missverständnisses verwechselt, wofür die Nachsicht des Lesers erbeten wird.

Ueber continuirliche und langsame Nervenreizung.

Von

Carl Fratscher,

cand. med.

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Universität Jena.)

(Hierzu Taf. VI.)

Vor nicht langer Zeit sind von HEINZMANN [1]) Versuche über die Wirkung sehr langsam und continuirlich wachsender thermischer Reize auf sensible Froschnerven angestellt worden, welche zu dem Resultate führten, dass bei ununterbrochener genügend langsamer Reizsteigerung keine Empfindung, wenigstens keine Reflexbewegung eintritt, mag die Reizstärke auch noch so hoch über die Schwelle sich erheben. Vielmehr werden die Organe wärmestarr bez. kältestarr, ohne dass eine einzige Bewegung eintritt. Im Anschluss an diese Arbeit stellte ich auf den Vorschlag des Herrn Professor PREYER Versuche über den chemischen und mechanischen sehr langsam und continuirlich gesteigerten Nervenreiz an.

I. Allmählige chemische Reizung.

So leicht auch die Intensität der chemischen Reize, Schwefelsäure und Kalilauge, durch blosses Vermischen der Lösungen mit Wasser abgestuft werden kann, so umständlich war es die durch die Concentrationsänderungen bedingten Bewegungen der Flüssigkeit, in der das Thier, dessen Haut gereizt werden soll, sich befindet, und ungleichmässiges Anwachsen des Reizes zu vermeiden. Sehr geringe Schwankungen im stetigen Verlaufe des Wachsens der Concentration sind jedoch glücklicherweise nicht von Einfluss.

---

1) A. HEINZMANN, Ueber die Wirkung sehr allmähliger Aenderungen thermischer Reize auf die Empfindungsnerven. (Aus dem physiol. Laboratorium zu Jena.) Im Archiv f. d. ges. Physiol. d. Menschen u. d. Thiere. VI, 222—236. Bonn 1872.

Foster, im physiologischen Laboratorium zu Cambridge, dessen theilweise denselben Gegenstand behandelnde Arbeit [1]) erst erschien, nachdem ich diese Versuchsreihe bereits beendigt hatte, liess in ein Gefäss, welches eine grössere Menge Wasser und den Frosch enthielt, langsam verdünnte Schwefelsäure fliessen und mit derselben Geschwindigkeit den so entstandenen Ueberschuss durch einen Heber aus demselben wieder abfliessen. Keiner seiner Versuche glückte [2]). Er sagt aber:

> „This result however is not conclusive, for the even slight movement in the fluid of the small beaker might be considered as sufficient to prevent uniform stimulation of the skin",

und auf die Vermeidung dieses Fehlers kommt es allerdings an, abgesehen davon, dass Foster wahrscheinlich die Reizstärke noch nicht langsam genug gesteigert hat.

Meine ersten Versuche misslangen ebenfalls, obgleich ich von Anfang an die äusserste Geduld anwendete. Eine Reihe von Gläsern — meistens 15 bis 20 — wurden mit verdünnter Schwefelsäure angefüllt und zwar schritt die Verdünnung so vorwärts, dass

Glas 1 enthielt $1/2$ einer schon verdünnten Säure.
„ 2 „ $1/4$ derselben.
„ 3 „ $1/8$ „
„ 4 „ $1/16$ „
. . . . .
„ 10 „ $1/1024$ „
u. s. f.

Die Gläser wurden dann mit Hebern unter einander verbunden. Die Säure floss in schwachem Strahle dem Gefäss 1 zu. Das letzte Gefäss, in welchem das Thier sich befand, wurde tiefer gestellt, als die vorhergehenden, damit durch das Ueberfliessen desselben ein sich fortwährend gleichbleibendes Niveau geschaffen wurde. Wenn nun sämmtliche Heber von gleichem Kaliber sind, so geht die Ansäurung stetig und langsam vor sich, aber es ist hierbei die beständige Strömung von den Enden der Heber aus nicht zu vermeiden. Aus diesem Grunde missglückten diese Versuche, wie die Foster's.

---

1) Foster, Studies from the physiological laboratory in the University of Cambridge 1873. I. p. 36—44. Cambridge.

2) „I invariably found, that when the acid reached a certain strength violent movements took place, whether the foot only were immersed or the whole legs."

Die Strömung musste also eliminirt werden. Fig. I verdeutlicht die Art und Weise, in der ich alle folgenden Versuche dieser Reihe anstellte. In einem grösseren Becherglas (*D*) mit Wasser befindet sich ein bis nicht ganz auf den Boden desselben reichender, oben und unten offener Glas-Cylinder (*E*), in welchen das Versuchsthier, sei es enthirnt, sei es unverletzt, gebracht wird. In das Gefäss (*D*) tropft die Säure oder Kalilauge in bestimmter Langsamkeit und Gleichmässigkeit aus einem bis zu 100 Ccm. Wasser fassenden Trichter *C*, in welchen Säure oder Kalilauge von bekanntem Gehalte aus dem Gefäss (*A*) mit Wasser aus *B* unter beständigem Umrühren sich mischt. Dadurch, dass die Tropfen in das Gefäss *D* fallen und nicht in den darin befindlichen Cylinder *F*, bleibt das Niveau innerhalb desselben ruhig; damit dasselbe aber die gleiche Höhe behalte, führt ein Heber die Flüssigkeit aus *D* mit derselben Geschwindigkeit ab, mit der sie aus *C* zugeführt wurde. Anfangs drehte ich *D* um seine Längsaxe, während der darin befindliche Cylinder fixirt war, damit die Ansäuerung von dem ganzen Umfange der Wassersäule ausgehen sollte, fand aber dieses bald unnöthig, da die Säure oder Kalilauge genügend gleichmässig und stetig von der einzigen Einfallsstelle der Tropfen aus in die Umgebung sich vertheilt.

Das Thier darf ferner nicht durch andere Insulte gestört werden. Ein solcher aber ist das Einschnüren des Fadens, mit welchem es hängend befestigt wird. Ich habe daher, wie es auch Heinzmann gethan hatte, einen möglichst starken Faden unterhalb der vordern Extremitäten locker um den Thorax gelegt. Die Enthirnung ist ebenfalls mit der grössten Sorgfalt auszuführen mittelst eines scharfen, glatten Schnittes und die Schnittfläche vor den reizenden Einflüssen der im Laboratorium häufig vorhandenen Gase und Dämpfe durch Bedecken mit feuchtem Fliesspapier zu schützen.

Es ist wichtig, vorher zu constatiren, dass die einzutauchenden Theile des Thieres intact seien, denn bei nur geringen Verletzungen erhält man selbst bei einem noch weit unter der Reflexschwelle intacter Frösche liegenden Grade der Ansäuerung Reflexbewegungen.

Die enthirnten Thiere wurden in meinen Versuchen bis mindestens zum Knie eingetaucht.

Von den Vorversuchen ist der folgende erwähnenswerth:

In das Gefäss *D* wurde in der beschriebenen Weise (Fig. I) ein enthirnter Frosch mit beiden Extremitäten eingetaucht, deren eine an einzelnen Stellen verletzt war. Die Ansäuerung wurde so

Jenaische

vorgenommen, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht. In dem Maasse, als die Ansäuerung vor sich ging wurde die verletzte Extremität angezogen, bis sie sich über dem Niveau der Flüssigkeit befand, während die andere regungslos in der allmählig saurer werdenden Flüssigkeit verblieb.

A. Allmählige chemische Reizung enthirnter Thiere

a) mit einprocentiger Schwefelsäure und dreibasischer Phosphorsäure.

Versuch I.

Das Gefäss *D* wird gedreht. Das Thier befindet sich mit der linken hinteren Extremität im Cylinder *E* bis zur Hälfte des Oberschenkels.

In den Trichter fallen:

in 1 Min. 10 Tropfen einprocentige Schwefelsäure
„ „ „ 50 „ destillirtes Wasser.

Vom Trichter träufeln ab:

in 1 Min. 62 Tropfen so verdünnter Säure.

Beginn des Versuchs: 10^h Vormittags. Es wurde der Versuch von 1 Uhr ab 1$^1/_4$ Stunde lang unterbrochen. Es zeigten sich jedoch, als derselbe 2$^1/_4$ Uhr in derselben Weise wie vorher fortgesetzt wurde, lebhafte Zuckungen und der Versuch musste abgebrochen werden. Das Thier war während der Pause aus der Flüssigkeit entfernt worden. — Aehnliche Resultate bei so angestellten Versuchen ergaben sich öfters.

Versuch II.

Die Wiederholung des vorhergehenden Versuchs führte aus einem andern Grunde zu einem negativen Resultate. Auf einige Zeit wurde das Umrühren im Trichter ausser Acht gelassen. Die Folge war, dass die Säure im Trichter hinabsank und so ein Sprung in der Ansäuerung eintrat, welcher mit geringen Zuckungen seitens des Thieres beantwortet wurde. Der Versuch musste als misslungen abgebrochen werden. Dagegen führte

Versuch III

zu einem befriedigenden Resultate. Die linke hintere Extremität des enthirnten Thieres ist bis in die Mitte des Oberschenkels eingetaucht. Das Gefäss *D* enthält 200 Ccm. Wasser; in den Trichter fallen:

in 1 Minute 25 Tropfen einprocentige gewöhnliche Phosphorsäure
" " " 50 " destillirtes Wasser.
Vom Trichter fallen ab:
in 1 Minute 80 Tropfen so verdünnter Säure.
Innerhalb 8 Stunden erfolgte bei ununterbrochen fortgesetzter Ansäuerung keine Zuckung bis zur vollständigen Zerstörung der Epidermis.

Dem Thiere waren nur die grossen Hemisphären weggenommen worden. An den nachher eingestellten Athembewegungen liess sich das Ende des Versuches gut beurtheilen. Bei der Herausnahme des Thieres war überdies Säurestarre der eingetauchten Extremitäten vorhanden.

Versuch IV.

Das Thier ist bis an die Hüfte in das Wasser im Innern des Cylinders eingetaucht.

In den Trichter fallen:
in 1 Minute 10 Tropfen einprocentige Phosphorsäure
" " " 50 " destillirtes Wasser.
Vom Trichter fallen ab:
in 1 Minute 60 Tropfen so verdünnter Säure.
Innerhalb 9 Stunden keine Zuckung; die Epidermis ist zerstört. Das Thier war fortwährend unter Beobachtung.

Versuch V.

Auch in diesem Versuch bis an die Hüften im Wasser hängend, wird der enthirnte Frosch einem dem vorigen Versuche anfänglich genau entsprechend wachsenden Reize ausgesetzt. Die Ansäuerung verlangsamt sich jedoch allmählig, da sich die Spitze des Hebers verstopft; sie wird frei gemacht: die Säure träufelt nun in rascherem Tempo, als im Anfang in den Trichter. Nach kurzer Zeit traten lebhafte Zuckungen ein, die sich wiederholen und energischer werden [1]). Versuche an tiefer eingetauchten Fröschen brachten

---

1) Es fällt das zusammen mit der Angabe FOSTER's bezüglich des Wärmereizes auf die sensiblen Nerven hirnloser sowohl als unverletzter Frösche: „The very first movement of the frog, the removal of any part of his body out of the water increases the effect of the stimulus; for the return of the limb to the water already warm gives rise to a stronger stimulus, than contact with water raised to the same temperature while the limb is still in it; and thus one movement leads to another, and the frog speedily becomes violent.“ Doch halte man solches nicht für die Regel.

mit wenigen Ausnahmen denselben Erfolg, ich erwähne daher nur noch den

Versuch VI,

in welchem das Thier innerhalb des Cylinders bis an den Kopf in das Wasser getaucht wurde. In den Trichter träufeln während

1 Minute 20 Tropfen Säure
„ „ 50 „ destillirtes Wasser.

Vom Trichter fallen ab in

1 Minute 70 Tropfen so verdünnter Säure.

Die Ansäurung geht in dieser Weise ohne Unterbrechung 8 Stunden vor sich; es erfolgt keine Zuckung; die Haut ist gegen stärkere Reize empfindungslos. Säurestarre ward nicht beobachtet.

b) mit einprocentiger Kalilauge.

Versuch VII.

Im Innern des Cylinders ist der enthirnte Frosch mit der rechten hintern Extremität bis zum Knie im Wasser. In den 50 Ccm. Wasser haltenden Trichter fallen in

1 Minute 30 Tropfen einprocentige Kalilauge
„ „ 60 „ destillirtes Wasser.

Vom Trichter fallen ab in

1 Minute 90 Tropfen so verdünnter Kalilauge.

Nach Verlauf von 4 Stunden entstehen Zuckungen der nicht eingetauchten Extremität. Der Versuch wurde der lebhafter werdenden Bewegungen des Thieres wegen abgebrochen. Am Misslingen dieses Versuchs trug das Trockenwerden der Haut der nicht eingetauchten Theile wohl die Hauptschuld, da durch dasselbe ein rasch wirkender Reiz auf die sensiblen Nervenendigungen gesetzt werden mag, wenigstens sah ich immer Bewegungen eintreten, wenn ich unterliess die freien Theile mit feuchtem Fliesspapier zu bedecken, dagegen günstig fielen meist die Versuche aus, bei denen ich dieses Trockenwerden verhinderte.

Versuch VIII

wurde in derselben Weise, wie VII angestellt, nur unterliess ich nicht, die nicht eingetauchten Theile mit Fliesspapier zu bedecken. Es trat während der neunstündigen ununterbrochenen Dauer des Versuches keine Zuckung ein. Die Haut des eingetauchten Schenkels war zerstört, die übrige noch vollkommen empfindlich.

Versuch IX.

Das enthirnte Thier hängt mit der hintern linken Extremität bis zum Anus im Wasser des Cylinders. Der nicht eingetauchte Theil wird mit feuchtem Fliesspapier umhüllt. Die Kalilauge mischt sich in derselben Weise mit dem Wasser, wie in Versuch VII. Innerhalb $8^1/_2$ Stunden zeigt sich das Thier bei ununterbrochener Beobachtung vollkommen regungslos. Die Haut ist zerstört — gegen andere stärkere Reize unempfindlich — und hat eine Menge zähen Schleims abgesondert. Ein gleiches Resultat bringt

Versuch X,

in welchem der Frosch bis zum Schultergürtel ins Wasser eingetraucht ist. In den 50 Ccm. destillirtes Wasser haltenden Trichter fallen in

1 Minute 25 Tropfen einprocentige Kalilauge
„ „ 30 „ destillirtes Wasser.

Vom Trichter fallen ab in das 200 Ccm. Wasser haltende Gefäs (*D*) in

1 Minute 80 Tropfen so wiederholt verdünnter Kalilauge.

Es erfolgen innerhalb 8 Stunden keine Zuckungen. Die Haut ist zerstört unter starker Schleimabsonderung und das Thier starr.

B. Allmählige chemische Reizung unverletzter Frösche

a) mit Säure.

Die ebenfalls in grosser Anzahl mit Säuren angestellten Versuche an unverletzten Thieren haben zu keinem entscheidenden Resultat geführt.

b) mit Kalilauge.

Die Versuche dieser Reihe wurden sämmtlich so angestellt, dass die Thiere in bequem hockender Stellung in einen kleinen Drahtballon gebracht wurden. Derselbe konnte beliebig tief in die Flüssigkeit eingesenkt werden. Um das Gefäss *D* war ein nur an zwei Stellen Licht zulassenden Pappcylinder gestellt, damit das Thier von andern Sinneseindrücken, so viel als möglich, unbeeinflusst blieb. Einige Male wurden die Thiere auch mit Höllenstein geblendet und ihr Gehörorgan durch Einstechen eines glühenden Drahtes zerstört. Es mussten aber diese Eingriffe unterlassen werden, da durch sie eine fortwährende Unruhe bedingt war, sobald sie, selbst noch nach Wochen, zu einem Versuche ver-

wendet werden sollten, offenbar wegen der durch die Verletzung hervorgerufenen entzündlichen Prozesse.

Die Thiere wurden auch hier mindestens so weit eingetaucht, dass die Extremitäten sich vollständig im Wasser befanden. Die grösste eingetauchte Masse betrug zwei Drittheile des Körpers. Auch diese Versuche erfordern viel Geduld und sind wegen der unerlässlichen anhaltenden Spannung der Aufmerksamkeit sehr ermüdend.

Versuch XI.

Das Thier sitzt mit sämmtlichen Extremitäten im Wasser innerhalb des Cylinders. In den 30 Ccm. destillirtes Wasser haltenden Trichter fallen in

1 Minute 18 Tropfen einprocentige Kalilauge
" " 50 " destillirtes Wasser.

Vom Trichter fallen ab in

1 Minute 68 Tropfen so wiederholt verdünnte Kalilauge in den 200 Ccm. Wasser haltenden Behälter *D*. Der Versuch wird von 9 Uhr Morgens bis 8 Uhr Abends so betrieben, ohne dass eine Bewegung zur Flucht von dem Thiere gemacht worden wäre, obgleich die Reflexschwelle längst überschritten war. Es wurde keine Kalilauge mehr zugefügt, das Thier aber noch lebend in der Flüssigkeit zurückgelassen, in der es am andern Morgen starr in genau derselben Lage vorgefunden wurde.

Versuch XII.

In den Trichter fallen während

1 Minute 19 Tropfen Kalilauge
" " 40 " Wasser.

Vom Trichter fallen ab in

1 Minute 60 Tropfen Mischung in das Gefäss *D*, welches den Frosch, in der beschriebenen Weise bis zur Hälfte eingetaucht enthält. Das Bad wird ununterbrochen 11 Stunden lang fortgesetzt. Es wurden keine Bewegungen des Thieres bemerkt. 5 Stunden liess ich es noch in der Flüssigkeit, ohne die Concentration weiter zu erhöhen, und es wurde dann starr geworden aus derselben entfernt.

Versuch XIII.

Es wurde $^1/_2$procentige Kalilauge direct dem Gefässe (*D*) zugeführt. Dasselbe enthielt vorher 200 Ccm. destillirten Wassers

und den Cylinder und im Innern desselben den von einem Drahtballon umschlossenen unverletzten Frosch. Beginn des Versuchs: 11^h 24. Während 1 Minute träufeln 36 Tropfen $^1/_2$procentige Kalilauge in das Gefäss *D*.

5^h. Es sind 121 Ccm. $^1/_2$procentige Kalilauge bis jetzt zugefügt worden. Die Flüssigkeit enthält demnach 0,6 Grmm. caustisches Kali oder sie ist zu einer mehr als 0,2procentigen Lauge geworden, eine Concentration, die für intacte Frösche schon jenseits der Reizschwelle liegt. Das Thier ist ruhig.

9^h. Das Thier wurde bisher noch demselben wachsenden Reize ausgesetzt. Es hat das Athmen vollständig eingestellt und wird, von zähem Schleim umhüllt, aus dem Gefäss entfernt. Das Herz pulsirt noch langsam. Die Flüssigkeit enthielt 1,04 Gramm caustisches Kali, d. h. sie ist eine über 0,3procentige Kalilauge. Während der ganzen Dauer des Kalibades kein Fluchtversuch.

Resultate.

1) Ein auf enthirnte sowohl als unverletzte Frösche continuirlich einwirkender und sehr langsam continuirlich von Null an wachsender chemischer Hautreiz bewirkt keine Reflexbewegung und keinen Fluchtversuch. Es kann sogar die Reizung in vielen Fällen bis zur völligen Zerstörung des Gewebes, ohne dass das Thier reagirt, fortgesetzt werden.

2) Ein plötzliches Stärkerwerden des vorher sehr langsam und continuirlich wachsenden chemischen Reizes erzeugt eine Reflexbewegung.

3) Einer Reflexbewegung folgen bei sich sonst gleichbleibendem Reize zumeist mehrere nach.

4) Säure oder Kalilauge von der Stärke des Reflexschwellenwerthes reicht bei zeitlich und räumlich ausgedehnter Einwirkung hin, die Haut des Frosches zu zerstören, den Tod des Thieres herbeizuführen. Während dieses langsam und stetig verlaufenden Prozesses wird keine Reflexbewegung beobachtet, wenn das Thier schon vorher dem allmählig von Null an bis zum Schwellenwerthe anwachsenden Reize ausgesetzt war.

II. Allmählige mechanische Reizung.

Behufs mechanischer Reizung, welche bis zu einer Zermalmung der Gewebe ausgedehnt werden sollte, benutzte ich die in Fig. II und III abgebildete Schraubenvorrichtung.

Der Knopf (*B*) der Schraube (*A*) ist eine kreisförmige Scheibe und mit einer Theilung versehen. Der untere Knopf *C* wird durch die Schraube ausschliesslich geradlinig vorwärts bewegt, da er frei beweglich an ihr angebracht und durch den Stab *D*, der durch den Querarm geht, fixirt sich nicht ausserdem noch drehen kann.

An dem Knopf *C* befindet sich die Korkplatte *K* und unter dieser auf der Platte befestigt die zweite Korkplatte *K*. Beide einander zugekehrte Flächen der Korkplatten sind convex (Fig. III), damit das zwischen sie zu liegen kommende Präparat nicht durch einschneidende Kanten anderwärts gereizt werde. Sie müssen ausserdem von gutem Kork und glatter Oberfläche sein. Die Dicke derselben darf eine gewisse Grenze nicht überschreiten. Die in meinen Versuchen angewandten liessen sich zusammengenommen um 4,8 Mm. zusammenpressen, so dass also die ausgeführte Abwärtsbewegung der Schraube, wenn sie auch nicht als der wirkliche Werth des mechanischen Reizes bezeichnet werden kann, doch ein ungefähres Maass dafür abgibt.

Auf 1 Secunde bezogen machte die Schraube in den nachfolgend angeführten Versuchen durchschnittlich eine Abwärtsbewegung von 0,0015 Mm. bei exactem Gang der Schraube.

Die Drehungen wurden nicht ruckweise sondern continuirlich ausgeführt.

A. Allmählige mechanische Reizung motorischer Nerven.

Bekanntlich stellte Fontana über allmählige mechanische Reizung motorischer Nerven zuerst Versuche an. Ich habe sie mit demselben Erfolge wiederholt. Sie wurden sämmtlich am Plexus oder Nervus ischiadicus vorgenommen. Die Haut wurde vorsichtig mit der Scheere entfernt, so dass die einzelnen Nervenbündel völlig unversehrt blieben, da im andern Fall bei einer Zerrung oder Verletzung derselben fibrilläre Zuckungen eintreten, die den Versuch unbrauchbar machen.

Zur Prüfung der noch vorhandenen Leitungsfähigkeit der gequetschten Nerven diente das Schlitteninductorium. Jedoch benutzte ich häufig auch zu diesem Zweck der Einfachheit wegen

die zur Beurtheilung der Drehung angebrachte Stahlnadel *E*, indem ich sie an den Messingknopf *B* der Stahlschraube *A* drückte und dadurch den Kreis einer kleinen Volta'schen Säule schliessend eine electrische Reizung zu Stande brachte. Die an den Messingknopf *C* und die Tafel darunter befestigten Korkplatten müssen jedoch hierzu feucht sein. Ich konnte mich somit durch Andrücken der Nadel von dem noch vorhandenen Leben des Nerven fortwährend bequem überzeugen.

Da bei einer Zimmertemperatur von 20° C. und bei einem den gewöhnlichen Verhältnissen entsprechenden Feuchtigkeitsgrade ein seines umhüllenden Bindegewebes nicht beraubter Nerv zwischen den ruhenden Korkplatten viel länger als 2 Stunden lebt, so war nicht zu befürchten, dass der Nerv schon vor Beendigung des Versuchs, der nie mehr Zeit in Anspruch nahm als $^3/_4$ bis 1 Stunde, abgestorben sein könne auch ohne Quetschung.

Versuch XIV.

Der bis an seine Theilungsstelle frei präparirte N. ischiadicus liegt mit seinem centralen Abschnitte zwischen den Korkplatten *K*.

Innerhalb je 30 Secunden wird eine Drehung von 7°,5 gemacht. Das Schlitteninductorium dient zur Prüfung der Erregbarkeit:

3h 25m Zuckung bei 340 Mm. Rollenabst.
3h 30m „ „ 100 „ „
3h 45m „ „ 60 „ „

3h 50m. Es wird eine rasche Drehung von 60° ausgeführt, die eine leichte Zuckung des Unterschenkels zur Folge hat

3h 51m Zuckung bei 60 Mm. Rollenabst.
3h 58m „ „ 2 „ „
4h keine Zuckung „ 0 „ „

4h 10m während 15 Secunden geschieht eine Drehung von 15°; es stellen sich keine Zuckungen mehr ein, da das gereizte Stück zerquetscht ist.

4h 18m der Versuch beendigt. Der oberhalb der gequetschten Stelle applicirte Reiz ist völlig wirkungslos, unterhalb derselben löst er die ausgiebigsten Zuckungen aus.

Versuch XV.

Zwischen den Korkplatten liegt der Plexus ischiadicus. Innerhalb je 15 Secunden mache ich eine Drehung von 7°,5. Beginn des Versuches: 2h 26m. Die Electroden werden an die freien oberhalb

der zu quetschenden Stelle gelegenen Enden des Plexus angelegt.

2^h 26^m Zuckung bei 350 Mm. Rollenabst.
2^h 32^m „ „ 120 „ „
2^h 35^m „ „ 120 „ „
2^h 39^m „ „ 50 „ „
3^h 10^m „ „ 35 „ „
3^h 15^m „ „ 0 „ „
3^h 20^m keine Zuckung mehr.

Das Nervenstück ist zerstört. Unterhalb der gequetschten Stelle ist die Leitungsfähigkeit noch vorhanden.

Versuch XVI

wird ebenfalls am Plexus ischiadicus angestellt. Innerhalb je 15 Secunden erfolgt eine Drehung von 7°,5. Beginn des Versuches: 4^h 10. Nach Verlauf einer halben Stunde tritt durch Andrücken der Stahlnadel *E* Zuckung ein; die Leitungsfähigkeit des Nervenplexus ist also noch vorhanden. 5^h: der an das oberhalb der gequetschten Stelle gelegene Nervengeflecht applicirte tetanisirende Reiz ist wirkungslos; unterhalb derselben ist die Leitungsfähigkeit erhalten.

Versuch XVII.

Der Nervus ischiadicus, frei präparirt, liegt mit seinem centralen Ende zwischen den Korkplatten *K*. Jede Secunde erfolgt eine Drehung = 0,0011 Mm. Abwärtsbewegung der Schraube. Beginn des Versuches 5^h 20^m. Es wird der Nerv nach Pausen von 20 Minuten auf seine noch vorhandene Leitungsfähigkeit geprüft. 6^h: die Erregbarkeit ist erloschen. Die Pressung hat keine Zuckung bewirkt. Ein peripher von den gequetschten Stellen auf den Nerven applicirter Reiz löst noch Zuckungen des Schenkels aus.

Versuch XVIII

zeigt, dass eine plötzliche Zunahme des vorher, ohne Zuckung zu bewirken, continuirlich wachsenden Drucks Zuckungen des Schenkels oder einiger Muskeln desselben bewirkt. Der Druck wird ausgeübt auf den frei präparirten Plexus ischiadicus. Innerhalb 15 Secunden erfolgt eine Drehung von 7°,5. Beginn des Versuches: 10^h 5^m.

10^h 15: es wird eine rasche Drehung von 45° gemacht, die einige Verkürzungen der Wadenmuskeln zur Folge hat. Der Versuch wurde bis zur Zermalmung des betreffenden Nervenstückes

fortgesetzt und keine weiteren Zuckungen wurden beobachtet. Unterhalb der gequetschten Stelle ist die Leitungsfähigkeit des Nervengeflechtes noch vorhanden.

Alle ferner angestellten Versuche über allmählige Steigerung des mechanischen Reizes auf motorische Nerven führten zu gleichen Resultaten und ich breche daher in der Aufzählung derselben ab.

B. Allmählige mechanische Reizung sensibler Nerven.

Es war bei diesen Versuchen nicht thunlich, die in der Haut verlaufenden sensiblen Nerven mechanisch zu. reizen, ohne nicht zugleich motorische Nerven demselben Reiz zu unterwerfen. Sie wurde so angestellt, dass immer nur ein Theil der Extremität zwischen die Korkplatten gebracht wurde. Derselbe glitt Anfangs zwischen den convexen Platten hervor. Ich brachte daher auf beiden Seiten des Schenkels je einen Wachsbausch an, der, noch zwischen den Korkplatten gelegen, durch die vorwärtsschreitende Näherung der Korkflächen, seiner Weichheit wegen zusammengedrückt werden konnte.

Um für meine Versuche möglichst empfindliche und zugleich doch passend gelegene Körperstellen zu finden, applicirte ich auf verschiedene Districte der Froschhaut mechanische und chemische Reize verschiedener Intensität und fand im Allgemeinen, die geschätzte Stärke und Geschwindigkeit der Reflexbewegung zum Maasse nehmend, folgende Abstufungen der Empfindlichkeit, die ich aber selbst nicht als constant, sondern nur als sehr häufig zutreffend bezeichnen kann:

1) Am meisten empfindlich ist die Haut des Rückens.
2) Die Haut der hinteren Extremitäten bildet die zweite Stufe:
   a) Dickbeingegend des Oberschenkels.
   b) Fussende.
   c) Knöchelgegend des Unterschenkels.
   d) Die zwischen diesen Theilen gelegenen Bezirke.
3) Die dritte Stufe nimmt die Bauchhaut und (?) die Haut der vordern Brustwand ein.

a) Allmählige mechanische Reizung sensibler Nerven am enthirnten Thiere.

Versuch XIX.

Ein Theil der Grundphalangen und des Metatarsus des linken Fusses befindet sich zwischen den Korkplatten. Es erfolgt inner-

halb 20 Secunden eine Drehung von 7°,5. Beginn des Versuches 10^h 50^m. Um 10^h 58 wird eine rasche Drehung von 45° gemacht, sofort tritt eine Reflexbewegung ein. Der Versuch wird abgebrochen.

Versuch XX.

Die Knöchelgegend des linken Unterschenkels wird gepresst in der Weise, dass während 20 Secunden eine Drehung von 7°,5 gemacht wird. 11^h 30^m Beginn des Versuches. 11^h 55: da das Fliesspapier trocken geworden, wird es mit der Spritzflasche angefeuchtet und es zeigt sich sofort lebhafte Unruhe des Thieres. Der Versuch wird abgebrochen. In den

Versuchen XXI und XXII

werden dieselben Theile, wie in den beiden vorhergehenden Versuchen dem mechanischen Reize ausgesetzt. Innerhalb 20 Secunden macht die Schraube eine Vorwärtsbewegung von 0,03 Mm. Die Thiere blieben ruhig bis zur vollständigen Zermalmung des Fusses des einen und der Knöchelgegend des andern.

Versuch XXIII.

Der untere Theil des linken Unterschenkels wurde gereizt. Beginn des Versuches 10^h 40. In der Secunde erfolgt eine Drehung von 0°,5.

11^h 35. Der Unterschenkel ist zerquetscht. Es zeigten sich keine Reflexbewegungen. An den Rändern der gequetschten Stelle ist die Empfindlichkeit noch erhalten.

Versuch XXIV

gibt ebenfalls ein günstiges Resultat. Ein Druck von 0,002 Mm. Zunahme in jeder Secunde auf den obern Theil des Oberschenkels wurde 75 Minuten lang bis zur Zermalmung des Theiles von dem Thiere ruhig ertragen.

b) Allmählige mechanische Reizung sensibler Nerven an unverletzten Thieren.

Rasch erfolgender mechanischer Reiz bedingt auch hier eifrige Fluchtbewegungen des Thieres. Dasselbe ist dann auf längere Zeit zu keinem weiteren Versuche zu verwenden, da, nachdem er der Gefahr entronnen, ein Frosch dieselbe nicht so bald vergisst.

Versuch XXV.

Das unverletzte Thier ist mittelst breiter Bandschlingen an den freien Extremitäten locker auf ein Korkbrett befestigt und mit angefeuchtetem Fliesspapier bedeckt.

Die zu quetschende linke hintere Extremität wird langsam, nachdem sich das Thier an die Lage gewöhnt hat, angezogen und der Fuss desselben zwischen die Korkplatten *K* gebracht. In 1 Minute bewegt sich die Schraube um 0,1 Mm. vorwärts. Nach Verlauf von 10 Minuten, während welcher Zeit das Thier vollkommen ruhig war, wurde eine grössere rasche Drehung gemacht und lebhafte Fluchtversuche traten sofort ein, die von Schreien des Thieres begleitet waren. Der Versuch wurde abgebrochen.

Versuch XXVI.

Dieselbe Wirkung hatte der sich rasch verstärkende Reiz auf die 4. und 5. Phalangen des linken hintern Fusses. Der Versuch wurde so wie der vorhergehende angestellt. Nach Verlauf von 15 Minuten, während welcher Zeit das Thier ruhig blieb, wurden einige raschere Drehungen unternommen. Es traten Fluchtversuche ein. Der Versuch wurde abgebrochen.

Versuch XXVII.

Der untere Theil des linken Unterschenkels wurde einem um 0,08 Mm. in jeder Minute zunehmenden Druck ausgesetzt. Der Versuch beginnt $4^h\ 55^m$. Um $5^h\ 40^m$ wurde der Dunkelheit wegen Licht angezündet. Das Thier zeigt sofort die äusserste Unruhe, da das umhüllende Fliesspapier es nicht vollständig beschattet. Der Versuch wurde abgebrochen.

Versuch XXVIII

beginnt $4^h\ 5^m$. Der Fuss der linken hintern Extremität des unverletzten Thieres liegt zwischen den Korkplatten *K*. Vorwärtsbewegung der Schraube während 1 Min. = 0,03 Mm. $5^h\ 15^m$: der Fuss ist zerquetscht. Das Thier machte keine Bewegungen.

Versuch XXIX.

Das unverletzte Thier sitzt frei und ruhig mit Fliesspapier bedeckt auf den Korkbrett. Der untere Theil des Unterschenkels liegt zwischen den Korkplatten. Während 1 Minute bewegt sich die Schraube um 0,04 Mm. vorwärts. $3^h\ 48^m$ Beginn des Versuches.

5h 15. Die Schraube ist bis zu Ende vorwärts bewegt worden; der Schenkel des Frosches ist zerquetscht. Es wurden keine Bewegungen beobachtet. Ebenso gelang

Versuch XXX,

in welchem der obere Theil des rechten Oberschenkels eines frei und ruhig da sitzenden Thieres durch die sich allmählig nähernden Korkplatten *K* — jede Secunde 0,0013 Mm. Abstandsverminderung — gereizt wurden. Nach Verlauf von 80 Minuten ist der Schenkel zerquetscht. Das Thier blieb währenddem ruhig.

Resultate.

1) Ein continuirlich und langsam wachsender mechanischer Hautreiz kann bis zur Zerstörung des Organs beim enthirnten sowohl als unverletzten Frosch gesteigert werden, ohne Reflexbewegungen oder Fluchtversuche zu veranlassen.

2) Ein plötzliches Stärkerwerden eines solchen mechanischen Reizes erzeugt Reflexbewegungen oder Fluchtversuche.

3) Ein auf einen frei präparirten motorischen Nerven wirkender continuirlich und langsam wachsender mechanischer Reiz erzeugt keine Zuckung in den zugehörigen Muskeln.

Nach Beendigung der im Vorstehenden beschriebenen Versuche habe ich noch die Wärmeversuche, wie sie Heinzmann anstellte, wiederholt, weil in der angeführten Abhandlung von Foster ihnen zuwiderlaufende Angaben sich finden.

Um eine Erklärung geben zu können, woher es komme, dass eine allmählige Erwärmung des ganzen Schenkels oder Thieres (Frosches) keine Reflexbewegung hervorbringe — bis zum Eintritt einer gewissen Temperatur — stellt Foster Versuche an und findet, dass wenn nur der Fuss[1]) eingetaucht ist, das Thier denselben immer durch eine Reflexbewegung bei einer Temperatur von 35° oder ein wenig darüber aus dem Wasser entfernt, mag die Erwärmung auch ganz allmählig vor sich gehen, mit Foster's eigenen

---

1) „The ..... observations shew, that when the toes (alone immersed in water) begin to be affected by the high temperature, say 30° C., the stimulus of the hot water causes a reflex action, which results in the withdrawal of the foot. When the whole leg or body is immersed, the same stimulus is still at work, but no reflex action occurs."

Worten: „The result does not essentially depend on the rapidity of the rise. However slowly the water be heated, the feet are always withdrawn at a temperature of 35° C. or earlier". Wenn nun überdies die Vermuthung ausgesprochen wird: „Rapid heating may possibly lower the degree at which the feet are withdrawn", wird dann nicht auch jene sehr nahe gelegt, dass ein noch langsameres Erhitzen als thatsächlich erzielt wurde, den Effect wahrscheinlich über 35° hinausgeschoben oder überhaupt nicht hervorgebracht haben würde, da oft schon vor 38° C. Starre eintritt?

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend prüfte ich Foster's Versuche, die vor ihm Heinzmann viel sorgfältiger angestellt hatte, aber ohne die Grösse der eingetauchten Oberfläche ausdrücklich zu variiren.

Ich begann mit dem Eintauchen des Fusses allein und abschnittweise vorwärtsgehend wurde endlich das Thier bis zum Kopf eingetaucht; ich bin aber zu keinem andern Resultat gekommen, als dem, dass allmählige Erwärmung keinen Effect hat, gleichgültig, ob nur der Fuss oder der ganze Schenkel oder das Thier bis zum Kopf eingetaucht ist. Nichtdestoweniger steht die Erklärung Foster's im Einklang mit dem Satz, dass allmählige Erwärmung bis zur Zerstörung der Gewebe ausgedehnt werden kann, ohne Reflexbewegungen zu erzeugen. Nur legt er das Hauptgewicht auf den deprimirenden Einfluss des erhitzten Blutes auf das Rückenmark. Nach ihm beruht nämlich das Ausbleiben der Muskelzuckungen resp. Reflexbewegungen nicht in erster Linie darauf, dass in keinem Augenblick während der ganzen Reizungsdauer die erforderliche Geschwindigkeit der Temperaturänderung erreicht wird, wie wir annehmen müssen, und nicht auf der durch die anhaltende direct die Nervenenden treffende Schädlichkeit herbeigeführten Erregbarkeits-Abnahme, die wir gleichfalls annehmen müssen, sondern auf der langsamen Ermüdung der Bewegungs- und Reflexcentren durch den allmählig wärmer werdenden Blutstrom im Rückenmark[1]). Nun würde aber bezüglich der mecha-

1) „We may conclude, that the absence of reflex action in Goltz's experiment and the other modifications of it, are due primarily and chiefly to the depressing influence of heated blood carried from the skin to the spinal cord. But this depressing influence comes into play by virtue of the gradual character of the stimulation. Dipping a frog either wholly or partially into water of 27° C. or above, at once produces violent movements. When the temperature however is raised gradually the effect on the sensory organs of the skin is much less, and a higher temperature has to be reached before a sensory impulse is generated strong enough to give rise to a reflex action. But by the

nischen Reizung eine ähnliche Erklärung, wie die FOSTER's nicht gefunden werden können. Dass ihm schliesslich die Versuche einer allmähligen Steigerung der Wärme an unverletzten Fröschen nicht glückten, ist ebenfalls kein Beweis, dass dieselben überhaupt am „intelligenten Frosch" nicht anzustellen seien, d. h. niemals zu dem gewünschten Resultate führen könnten.

Auch den intacten Frosch habe ich in dem continuirlich und langsam wärmer werdenden Wasser sterben sehen, ebenso in der sich allmählig concentrirenden Kalilauge (wie aus den angeführten Versuchen hervorgeht). Und ich sollte meinen, es wäre gar nicht ein so unberechtigter Schluss FOSTER's gewesen, wenn er den Vorgang, der im Rückenmark die Bewegungsimpulse entkräftet, auf das Cerebrum angewendet hätte und ihn dort die Willensimpulse entkräften liesse.

Was nun die Einzelheiten der von mir wiederhohlten Temperaturversuche betrifft, so haben sie mich überzeugt, dass das für chemische und mechanische Reizung gefundene Ergebniss geradeso Geltung habe für den Wärmereiz. Ich benutzte die Methode, welche Herr Prof. PREYER Herrn HEINZMANN angegeben hatte (Fig. VI. V) und erweiterte die Versuche insofern, als ich die Grösse der gereizten Oberfläche veränderte.

Die Wärme wurde applicirt:

1) auf den Fuss
2) auf den Unterschenkel und Fuss
3) auf die ganze hintere Extremität.

---

time that higher temperature is reached the spinal cord has already begun to flag and needs a still stronger impulse, and therefore a still higher temperature in the water acting on the skin; when that still higher temperature is reached the energies of the spinal cord have sunk still lower, and so on stage by etage, until the frog is boiled without having made a sign." [Bei dem hier erwähnten GOLTZ'schen Versuch wurde die Temperatur von 17,5° bis 56° binnen 10 Minuten gesteigert, also nicht langsam. Nicht jeden decapitirten Frosch der auf Reflexreize überhaupt antwortet, kann man so schnell erwärmen, ohne dass er Fluchtversuche macht, und wenn diese bei dem von GOLTZ angeführten Experiment nicht bemerkt wurden, so rührt dies wahrscheinlich von einer abnorm geringen Empfindlichkeit her. Bei Wiederholung dieses Versuches sah Prof. PREYER immer Bewegungen eintreten, so lange der decapitirte Frosch nicht überhaupt reflexlos war, d. h. die Wischbewegung machte; er sprang oft bei 25 bis 33° aus dem Wasser und erst waren die nach der Betupfung mit Säure und nach dem Wischen erfolgenden Fluchtversuche der immer wieder in das Wasser gebrachten Thiere wegen inzwischen eingetretener partieller Muskelstarre der ganz eingetauchten hinteren Extremitäten erfolglos. Die Decapitation war hierbei stets eine vollständige.]

Ein (Fig. IV) ca. 25 Ccm. langer Glascylinder (A) von 5 Cm. Durchmesser ist bis nahe an den Rand mit Wasser gefüllt. Von dem Boden desselben geht eine 30 Cm. lange zu einem Winkel von 135° gekrümmte Röhre B aus, die in ein Kölbchen C endigt. Letzteres wird mit einer erbsengrossen Flamme des Bunsen'schen Gasbrenners D (Fig. V) erwärmt. Zur Regulirung der Wärme ist das Thermometer E, beziehlich D, in das Wasser des Cylinders eingetaucht.

A. Allmählige Erwärmung enthirnter Thiere.

Versuch XXXI.

Der linke Fuss des enthirnten Thieres ist im Wasser; der übrige Theil ist mit angefeuchtetem Fliesspapier bedeckt.

Temperatur des Frosches 19°
Temperatur des Zimmers 20°
Temperatur des Wassers 17°,5.

Die Wärmesteigerung verdeutlicht nachstehende Tabelle:

Temperatur.	Zeit.
20°,6 C.	6h 47
21°,8 „	6h 55
22°,0 „	6h 57
22°,0 „	7h 5
22°,5 „	7h 8
23°,0 „	7h 11
24°,0 „	7h 18
25°,0 „	7h 25
26°,0 „	7h 32
27°,0 „	7h 42
28°,0 „	7h 51
29°,0 „	8h —
30°,0 „	8h 7
31°,0 „	8h 15
32°,0 „	8h 22
33°,0 „	8h 30
34°,0 „	8h 38
35°,0 „	8h 47
36°,0 „	9h —
36°,4 „	9h 5

Seitlich zuckende Bewegung der nicht eingetauchten hintern Extremität

37,0 C.	9h 9
37,3 „	9h 11

eben wahrnehmbare Zuckung der rechten Vorderextremität

Temperatur.	Zeit.
38,0 C.	9h 17m
38,5 „	9h 25
39,0 „	9h 32
39,4 „	9h 38

eben wahrnehmbare zitternde Bewegung der rechten Vorderextremität.

40°,0 C.	9h 48

Das Thier wird mit wärmestarrem Glied aus dem Wasser entfernt. Die Wärme war von Secunde zu Secunde im Durchschnitt ungefähr um $^{1}/_{400}{}^{0}$ C. gestiegen. Die sehr geringen Schwankungen in der Erwärmung üben keinen nachtheiligen Einfluss auf das Gelingen des Versuches aus.

Versuch XXXII.

Temperatur des bis in die Mitte des linken Unterschenkels eingetauchten Frosches: 19°,5 C., Zimmertemperatur 20°,2 C., Wassertemperatur 19° C.

Temperatur.	Zeit.	
20°,0 C.	7h 37m	
21,0 „	7h 45	
22,0 „	7h 52,5	
23,0 „	7h 58	
24,0 „	8h 6	
25,0 „	8h 12,5	
26,0 „	8h 20	
27,0 „	8h 27	
28,0 „	8h 34	
29,0 „	8h 40,5	
30,0 „	8h 48,8	
31,0 „	8h 56	
32,0 „	9h 2	
33,0 „	9h 9,5	
34,0 „	9h 16	
35,0 „	9h 25	Der Kolben berusst; daher die langsamere Erwärmung.
36,0 „	9h 35	
37,0 „	9h 47	
38,0 „	10h 1	
39,0 „ . . . , . .	10h 40	

Die eingetauchte Extremität ist wärmestarr. Im Durchschnitt betrug der Wärmezuwachs in der Secunde $^{1}/_{570}{}^{0}$ C.

Versuch XXXIII.

Das Thier ist bis in die Mitte des Oberschenkels mit der linken Extremität in das Wasser getaucht.

Temperatur des Frosches 19°,5 C.
„ „ Zimmers 20°,0 C.
„ „ Wassers 19°,0 C.

In der Secunde nimmt die Temperatur um circa $^{1}/_{400}{}^{0}$ C. zu. Bei 37°,3 enstanden leichte Zuckungen der nicht eingetauchten rechten Extremitäten. Der Versuch wird bis 39°8 C. fortgesetzt und hier das Thier mit vollständig wärmestarrem Schenkel entfernt. In

Versuch XXXIV

wurden jedoch bis zu und bei 37° (der Grenze, bei der spätestens die Wärmestarre beginnt) Zuckungen der nicht eingetauchten Theile der andern Seite nicht gemacht; sondern das Thier blieb bis zur Starre vollständig regungslos.

Versuch XXXV.

Temperatur des Thieres: 19°,2 C.
„ „ Wassers: 19°,0 C.
„ „ Zimmers: 20°,0 C.

Eingetauchter Theil: linke hintere Extremität. Beginn des Versuches 9h 10.

Temperatur.	Zeit.
19,0 C.	9h 10m
20,0 „	9h 15
21,0 „	9h 21
22,0 „	9h 27,2
23,0 „	9h 32
24,0 „	9h 37,5.

Die Flamme wird vergrössert.

25,0 C.	9h 39
25,8 „	9h 41 Zuckungen.
24,6 „	9h 41,5
25,0 „	9h 42
26,0 „	9h 44,3

lebhafte Zuckungen.

25°,0 C.	9h 45,5
26°,0 „	9h 48

Grosse Unruhe des Thieres; der Versuch muss abgebrochen werden.

Der Versuch zeigt deutlich wie leicht bei schnellerer Temperaturzunahme während der continuirlichen Erwärmung die Reflexbewegung eintritt.

B. Allmählige thermische Reizung unverletzter Thiere.

Statt des Cylinders wird hier die Glasglocke *A* verwendet. (Fig. 17 der Tafel) wie sie gleichfalls Heinzmann benutzt hatte, und in welcher auf einem Steinlager der Frosch sitzt, umschlossen von einem knapp anliegenden Drahtnetz. Die Glocke enthielt 800 Ccm. Wasser, welches ganz in derselben Weise erwärmt wird, wie bei den vorhergehenden Versuchen. Eine aus einem wallnussgrossen Kölbchen hervorgehende um 135° gekrümmte Glasröhre von 30 Cm. Länge mündet unten und etwas seitlich in die Glocke aus. Unter dem Kölbchen steht der Bunsen'sche Gasbrenner ohne Cylinder mit einer linsen- bis erbsengrossen Flamme. Im Wasser, unmittelbar neben dem Thier ist ein Thermometer angebracht. Die Versuche wurden nur Abends (und dann bei mässiger Beleuchtung) vorgenommen.

Versuch XXXVI.

Der unverletzte Frosch ist bis zwei Drittel seines schräg verlaufenden Rumpfes in das Wasser eingetaucht.

Temperatur des Frosches: 18°,15 C.
„ „ Wassers: 18°,0 C.
„ „ Zimmers 20°,0 C.

Beginn des Versuches 5^h. Das Thier athmet ruhig.

Temperatur.	Zeit.	
20°,0 C.	5^h 11^m	
21°,0 „	5^h 17	Das Thier macht einzelne Bewegungen.
22°,0 „	5^h 23	
23°,0 „	5^h 28	
24°,0 „	5^h 35	
25°,0 „	5^h 42	
26°,0 „	5^h 49	
27°,0 „	5^h 56,5	
28°,0 „	6^h 5	
29°,0 „	6^h 13	
30°,0 „	6^h 20	Das Thier athmet ruhig, doch in immer grösser werdenden Pausen und bleibt von 6^h 18 an sonst vollkommen regungslos.
31°,0 „	6^h 28	
32°,0 „	6^h 36	
33°,0 „	6^h 44	
34°,0 „	6^h 52	
35°,0 „	7^h 1	
36°,0 „	7^h 10	
37°,0 „	7^h 18	
38°,0 „	7^h 27	Das Thier athmet nicht.
39°,0 „	7^h 36	

Starr geworden wird der Frosch aus dem Wasser entfernt. Im Durchschnitt schritt die Erwärmung in 1 Secunde um $^1/_{500}{}^0$ C. vorwärts. Ein gleiches Resultat gibt

Versuch XXXVII,

in welchem der Frosch dieselbe Oberfläche dem wärmer werdenden Wasser aussetzt. Die Temperatur des Frosches ist nicht genau zu bestimmen, da sie innerhalb 10 Minuten auf 17° C. anwächst, von da bis 14°,5 C. abfällt, um alsdann wieder zu steigen. Wassertemperatur: 15° C., Zimmertemperatur: 19° C. Beginn des Versuches 3^h 20.

Temperatur.	Zeit.	
20°,3 C.	4^h	d. Frosch ändert seine Stellung.
21°,0 „	4^h 6	
22°,0 „	4^h 13	
23°,0 „	4^h 20	
24°,0 „	4^h 28	
25°,0 „	4^h 36	
26°,0 „	4^h 44	
27°,0 „	4^h 51	eine letzte leichte Bewegung.
28°,0 „	4^h 59	Das Thier athmet in Pausen von ½ Min. und darüber.
29°,0 „	5^h 8	
30°,0 „	5^h 16	
31°,0 „	5^h 24	
32°,0 „	5^h 33	
33°,0 „	5^h 42	
34°,0 „	5^h 51	
35°,0 „	6^h —	
36°,0 „	6^h 9	
36°,5 „	6^h 19,2	es athmet nicht mehr.
37°,0 „	6^h 29	
38°,0 „	6^h 39	

Der Frosch wird starr aus dem Gefässe entfernt.

Versuch XXXVIII.

Das Thier ist wie die Vorigen in der Glocke *A* untergebracht. Froschtemperatur 19° C. Wassertemperatur: 19° C. Zimmertemperatur 20°,2 C. Es beträgt der Wärmezuwachs in der Secunde durchschnittlich $^1/_{420}{}^0$ C. Beginn des Versuches 4^h 12^m.

Temperatur.	Zeit.
21°,0 C.	4^h 10
22°,0 „	4^h 25
23°,0 „	4^h 30
24°,0 „	4^h 36
25°,0 „	4^h 41

Die Flamme wird vergrössert.

Temperatur.	Zeit.
26°,0 C.	4h 43
27°,2 „	4h 44,5.

Grosse Unruhe des Thieres.

Temperatur.	Zeit.
28°,0 C.	4h 46
29°,0 „	4h 47,8.

Das Thier sucht zu entkommen: die Flamme wird entfernt. Das Wasser kühlt sich während $^1/_4$ Stunde bis zu 22° C. ab. Das Thier ist mittlerweile ruhig geworden. $5^h\ 3^m$: die etwas vergrösserte Flamme wird wieder unter das Kölbchen gebracht.

Temperatur.	Zeit.
22°,0 C.	5h 3
23°,0 „	5h 5
24°,0 „	5h 6
25°,0 „	5h 6,2
26°,0 „	5h 6,8.

Des rascheren Erhitzens wegen streichen jetzt schnellere wärmere Wasserströme an dem Thier vorüber, dasselbe wird unruhig und macht Fluchtversuche. Der Versuch wird abgebrochen.

Resultate.

1) Ein sehr langsam und continuirlich wachsender thermischer localer oder räumlich ausgedehnter Reiz kann auf die Haut der enthirnten sowohl als unverletzten Frösche bis zur Wärmestarre ausgedehnt werden, ohne Reflexbewegungen oder Fluchtversuche zu veranlassen.

2) Erheblich schneller als um $^1/_{400}{}^0$ in 1 Secunde continuirlich wachsende Wärmereize auf sensible Nerven des Frosches applicirt verursachen leicht Reflexbewegungen bez. Fluchtversuche.

Anm. Weil durch die Dämpfe des erwärmten Wassers die ganze umgebende Luft feucht gehalten wird, fällt der etwa nebenher wirkende Trockenreiz (mechanische Compression der sensiblen Nervenendigungen) auf die Haut der nicht eingetauchten Theile fort, beeinflusst wenigstens nicht die Wirkung des thermischen Reizes auf die im Wasser befindlichen Theile.

Schliesslich wird es nicht überflüssig sein, einige Thatsachen aus ganz andern Gebieten als den bisher berührten herbeizuziehen, welche mit den gefundenen Thatsachen in Betreff der continuirlichen Reizung im Einklang stehen. So die Gewöhnung lebender, gesunder Organismen an Gifte. Es ist eine bekannte Thatsache, dass viele Bewohner von Steyermark und Kärnthen Arsenik in steigender Dosis bis zu einer Höhe vertragen, die als eine für

den erstmalig Geniessenden unbedingt tödtliche angesehen werden muss. Jene Leute befinden sich aber sehr wohl dabei. Das Opiumessen, Opium- und Tabakrauchen gehört auch dahin. Dass auch Strychnin in langsam wachsender Dosis unwirksam sei, hat Leube gezeigt (Arch. f. Anat. u. Physiol. von Reichert und Du Bois-Reymond 1867 S. 63).

Auch gleichartige pathologische Veränderungen gehen nicht immer mit entzündlichen Erscheinungen vor sich, wenn sie sich allmählig entwickeln. Ich entnehme Bardeleben's Lehrbuch der Chirurgie und Operationslehre Bd. II S. 86 folgende Stelle: Veränderungen, welche die von einem Varix aneurysmaticus befallenen Gefässe zeigen. „Da dieser Wechsel von einem sehr geringen zu einem sehr bedeutenden Seitendruck ganz plötzlich stattfindet, so erfolgt die Veränderung der Venenwand unter entzündlichen Erscheinungen, während Gefässe, welche eine ähnliche Ausdehnung allmählig erfahren, auch ganz unmerklich immer dickere Wandungen erhalten.

Es lassen sich solcher Beispiele noch mehrere aufzählen, es sei jedoch nur noch einer wichtigen hierhergehörigen Thatsache gedacht. Prof. B. Schultze in Jena hat den von ihm selbst beobachteten Fall, dass ein Neugeborenes, welches apnoisch zur Welt kommt und ohne eine einzige Athembewegung asphyctisch zu Grunde geht, so gedeutet: Der thatsächlich mit dem Sauerstoffgehalt im Blut steigende und fallende Athmungsreiz nimmt bei apnoisch Geborenen nach Unterbrechung des Placentarkreislaufs so langsam zu, dass es zu keiner Erregung kommt, indem durch die Abnahme des Sauerstoffs im Blute zugleich die Erregbarkeit des Athmungscentrum abnehmen muss. So kann der langsam zunehmende Reiz ein Maximum erreichen, ohne dass wegen der gesunkenen Erregbarkeit eine Athembewegung zu Stande kommt. Und das Kind zeigt den Leichenbefund Erstickter, ohne Erstickungserscheinungen gezeigt zu haben.

Hiermit stimmen vortrefflich überein die bekannten von Wilh. Müller 1858 in C. Ludwig's Laboratorium in Wien ausgeführten Experimente und einige neue Athmungsversuche über allmählige Einwirkung der Blausäure, der Kohlensäure, des Kohlenoxydgases und des Chloroforms, die ich hier angestellt habe und anhangsweise mittheile.

Versuch XXXIX.

Allmählige Vergiftung einer Fledermaus (Vespertilio murinus) durch Blausäure während des Winterschlafes.

Das Thier hat die den Fledermäusen allgemein während des Schlafes eigenthümliche Stellung eingenommen und ist mit einer Glasglocke überdeckt. In derselben verdunstet zweiprocentige Blausäure, welche eine freie Oberfläche 0,025 Qcm. darbietet.

Der Versuch beginnt $12^h 39^m$. $12^h 52^m$: auf mechanischen Reiz erhält man einen Reflex gleich darauf 12^h 53 leichte Bewegungen mit den Flügeln. $1^h 5^m$ bis 6^m werden 56 Athembewegungen gezählt, $1^h 10^m$ bis 16^m sah ich keine Athembewegung. $1^h 16^m$: die Fledermaus athmet 14 Mal in der Minute 1^h 25, schwache undeutliche Athembewegungen.

$1^h 45^m$. Das Thier ist todt ohne Krämpfe oder Fluchtversuche gezeigt zu haben, ja wie es scheint auch ohne nur wach geworden zu sein. Der Versuch wurde bei einer Temperatur von 18°,2 C. angestellt.

Versuch XL.

Allmählige Vergiftung eines Frosches mit Kohlensäure und Stickstoff.

Es ist bekannt, dass ein direct in Kohlensäuregas' gebrachter Frosch äusserst unruhig wird und stirbt, zwar nicht unter Krämpfen, aber einige Zeit nach einem plötzlich eintretenden aufgeregten Zustande. Anders verhält es sich bei einem allmähligen Aufsaugen von Kohlensäure. Das Gas wurde in sehr kleinen Mengen einem unverletzten in einem 150 Ccm. grossen mit Quecksilber abgesperrten Luftraum befindlichen Frosch zugeführt. Nach $11^1/_2$ Stunden wird das Thier todt aus der Glocke entfernt, es waren nur schnappende Athembewegungen vorausgegangen.

Versuch XLI.

Allmählige Vergiftung mit Kohlenoxyd.

Dasselbe in grosser Menge eingeathmet erzeugt beim Frosch lebhafte Bewegungen, unter welchen der Tod erfolgt.

In einem durch Wasser abgeschlossenen Luftraum von 200 Ccm. befindet sich ein unverletzter Frosch.

Das Gas befindet sich in einem Gasometer, aus welchem es durch eine lang ausgezogene Glasröhre ausströmen kann. Durch rasches Oeffnen und Schliessen wird eine äusserst geringe Menge Kohlenoxyd in Pausen von $^1/_2$ Minute dem Luftraum zugeführt. Das Thier athmet gegen das Ende hin langsam und angestrengt, stirbt aber nach Ablauf von 11 Stunden unter Beibehaltung seiner Stellung. Es waren ungefähr 200 Ccm. Kohlenoxyd zugeströmt; in der Minute also 0,3 Ccm. Ich stellte mehrere dieser Versuche mit dem gleichen Erfolg an.

Versuch XLII.

Allmählige Tödtung durch Chloroformdämpfe.

Vor dem Tode durch schnelle Chloroforminhalation tritt ein Stadium der Excitation ein. Eine ganz allmählig erzielte Narkose übergeht dasselbe.

Eine Mischung von 1 Chloroform auf 1000 Wasser wird tropfenweise einer mit einer Glasplatte bedeckten Schale, welche den Frosch in nur wenig Wasser enthält zugeführt.

Beginn des Versuches 1^h 30. Nach jedesmaligem Ablauf von 2 Minuten wird ein Tropfen jener Chloroformwassermischung der Schale zugeführt. Das Thier athmet gleich anfangs sehr rasch; dann immer langsamer. 1^h 50: es drückt sich flach auf den Boden der Schale und verharrt in dieser Stellung bis es 2^h 10^m vollständig starr geworden aus dem Gefäss entfernt wird.

Eine Anzahl weiterer Versuche dieser Art ergaben dasselbe Resultat, welches übrigens ebenso wie alle anderen mitgetheilten positiven Ergebnisse nur von solchen Thieren zu erwarten sein wird, welche wie die Reptilien und Amphibien gern stundenlang in derselben Körperstellung verharren. Sie ändern dieselbe, auch wenn sie keinem Versuche unterworfen werden, viel öfter durch unmittelbare Sinneseindrücke, wenn sie sich wohl befinden, als aus eigener Initiative. Diese Eigenschaft macht gerade die Frösche des stillen Saalthals zu vorzüglichen Objecten solcher Experimente.

Nachtrag.

Nach Beendigung der vorstehend beschriebenen Experimente habe ich noch auf den Vorschlag des Herrn Professor Preyer diejenigen Concentrationen zu ermitteln versucht, welche wässerige Kali- und Schwefelsäure-Lösungen haben müssen, um beim Eintauchen eines Froschfusses eine Reflexbewegung zu veranlassen. Diese Untersuchung ist aber fragmentarisch geblieben und ich theile die erhaltenen Resultate nur zur Ergänzung eines Theiles der bereits angegebenen mit.

I.
Reflexschwellen enthirnter Frösche.

a) Das Reizmittel ist Kalilauge.

Die Thiere werden mit dem Fuss immer gleich tief in ein Gefäss eingetaucht, welches 200 Ccm. destillirtes Wasser enthält, dem das Reizmittel von bekannter Stärke in abgemessenen Quantitäten vor jedesmaligem Eintauchen zugemischt wird, wie sich aus den folgenden Tabellen ergibt. Die Zeit, während welcher der Reiz bis zur Reflexbewegung einwirkt wird mit dem Metronom gemessen. Die Thiere werden nach erfolgtem Eintauchen sofort wieder abgespült. Das bei den Versuchen verwendete Aetzkali enthielt etwa 5°/₀ kohlensaures Kali, welche Verunreinigung bei den folgenden Procentberechnungen der wirksamen Kalilauge in Abrechnung gebracht worden ist.

1.
In 200 Ccm. destillirtem Wasser.

Thiere.	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
1procentige Kalilauge.	zeigen noch Reflexbewegungen nach:				
26 Ccm.	10 Sec.	24 Sec.	21 Sec.	24 Sec.	21 Sec.
30 „	15 „	27 „	36 „	15 „	21 „
34 „	15 „	21 „	27 „	12 „	12 „
40 „	sofort	9 „	9 „	12 „	9 „
50 „	8 „	10 „	10 „	8 „	9 „
100 „	sofort	4 „	2 „	6 „	2 „

Es ist aus dieser Tabelle ersichtlich, dass nach Einwirkung des Agens eine gewisse Zeit verstreichen muss bevor Reflex erfolgt, und zwar ist diese Zeit um so grösser je schwächer das Reizmittel, und umgekehrt um so kürzer je stärker dasselbe ist, was mit den Untersuchungen von Baxt und von J. Rosenthal übereinstimmt. Im Mittel lässt sich etwa als unteren Reflexschwellenwerth eine 0,1procentige Kalilauge setzen.

2.
In 60 Ccm. destillirtem Wasser.

Das enthirnte Thier zeigt sofortige Reflexbewegungen nach Einwirkung von 6 Ccm. 1procentiger Kalilauge oder was dasselbe sagt, 0,09procentige Kalilauge löst sofortigen Reflex des Thieres aus.

3.

In 50 Ccm. destillirtem Wasser.

Thiere.	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.
1procentige Kalilauge.	zeigen noch nicht Reflexbewegungen nach:			
2 Ccm.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.
	zeigen Reflexbewegung nach:			
4 „	25 „	24 „	9 „	31 „
10 „	5 „	5 „	2 „	6 „
20 „	3 „	3 „	1 „	4 „

Auch diese Zusammenstellung zeigt die schon erwähnte Eigenthümlichkeit in der Reflexfolge, sowie eine unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Thiere.

Erwartet man innerhalb 30 Secunden eine Reflexbewegung bei Einwirkung von Kalilauge, so muss diese mindestens 0,07procentig sein.

4.

In 180 Ccm. destillirtem Wasser $^1/_2$procentige Kalilauge.

Thiere.	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.	No. 6.	No. 7.
$^1/_2$procentige Kalilauge.	zeigen noch Reflexbewegungen nach:						
20 Ccm.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.
	Reflex nach						
25 Cm.	—	28 „	—	—	—	—	—
30 „	—	22 „	—	—	—	—	—
35 „	30 „	22 „	—	—	—	—	—
40 „	9 „	18 „	—	—	—	—	—
45 „	9 „	18 „	—	—	—	—	—
					Reflex nach		
50 „	sofort	sofort	—	—	22 „	19 „	22 „

Aus dieser Tabelle lässt sich als unterster Reflexschwellenwerth auf Kalilauge bezogen eine mindestens 0,06procentige Kalilauge berechnen.

(Nr. 3 und 4 machten auch bei fortgesetzter Concentration keine Reflexbewegung).

b) Das Reizmittel ist Schwefelsäure.

1.

In 100 Ccm. destillirtem Wasser 0,125procentige Schwefelsäure.

Thiere.	No. 1.	No. 2.	No. 3.
0,125procentige Schwefelsäure.	zeigen Reflexbewegungen nach		
76 Cm.	28 Sec.	25 Sec.	—
80 „	17 „	14 „	—
84 „	8 „	25 „	—
88 „	10 „	25 „	30 Sec.
90 „	8 „	23 „	18 „
100 „	7 „	7 „	50 „
110 „	7 „	7 „	34 „
130 „	5 „	10 „	30 „
200 „	4 „	4 „	4 „

Als unterster Reflexschwellenwerth ergibt sich nach dieser Tabelle für decapitirte Frösche 0,05procentige Schwefelsäure.

Ich führe für Schwefelsäure einige Beispiele an, die ähnlich wie einige der Kalilauge auch eine grössern Reflexschwellenwerth als den soeben gefundenen, aufstellen lassen.

Die Verschiedenheit dieser Zahlen mag z. Th. auf der Verschiedenheit der Temperatur, in der sich die Frösche vorher befanden, so wie die geschlechtliche Verschiedenheit zurückzuführen sein.

In der nun folgenden Tabelle sind die Thiere sämmtlich Weibchen, während ich vorher ohne Rücksicht auf die Geschlechtsverschiedenheit die Thiere wählte.

2.

In 30 Ccm. dest. Wasser 0,125- und 0,25procentige Schwefelsäure.

Thiere.	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.
0,125procentige Schwefelsäure.	zeigen noch nicht Reflexbewegungen nach:			
70 Ccm.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.
0,25procentige Schwefelsäure.	zeigen Reflexbewegungen nach:			
10 Ccm.	—	16 „	—	—
15 „	6 „	12 „	—	—
20 „	6 „	9 „	—	14 „
40 „	4 „	6 „	15 „	4 „

Der unterste Reflexschwellenwerth berechnete sich nach dieser Zusammenstellung als eine 0,06procentige Schwefelsäure. Aehnliche verhält es sich in dem Beispiel (3), aus welchem sich ein unterer Reflexschwellenwerth von 0,0786procentiger Schwefelsäure ergibt für männliche Frösche.

3.

In 130 Ccm. destilirtem Wasser 0,5procentige Schwefelsäure.

Thiere. 0,5procentige Schwefelsäure.	No. 1.	No. 2.
	zeigen Reflex nach:	
24 Ccm.	28 Sec.	—
28 „	22 „	21 Sec.

II.
Reflexschwellen unverletzter Frösche.

Die Aufzählung der Reflexschwellenbestimmungen für unverletzte Frösche lässt sich kürzer fassen. Ich habe im Wesentlichen dasselbe für diese constatiren können, wie für decapitirte Thiere.

a) Das Reizmittel ist Kalilauge.

In 130 Ccm. destillirtem Wasser 1,0procentige Kalilauge.

	Thiere. 1procentige Kalilauge.	No. 1.	No. 2.	No. 3.
		zeigen noch nicht Reflex nach		
bei	8 Ccm.	30 Sec.	30 Sec.	30 Sec.
		zeigen Reflex nach		
bei	10 „	23 „	—	22 „
	15 „	15 „	30 „	15 „

unterster Werth = 0,08procentige Kalilauge.

b) Das Reizmittel ist Schwefelsäure.

In 75 Ccm. destillirtem Wasser 0,25procentige Schwefelsäure.

Thiere. 0,25procentige Schwefelsäure.	No. 1.	No. 2.	No. 3.
25 Ccm.	—	10 Sec.	—
30 „	29 Sec.	10 „	24 Sec.
35 „	25 „	8 „	17 „
50 „	14 „	3 „	5 „

Für Thier Nro. 2 ergibt sich ein unterer Reflexschwellenwerth von 0,06procentiger Schwefelsäure, für die Thiere 1 u. 3 also ein etwas höherer Werth.

Ueber das Vorkommen des Aethylalkohols resp. seiner Aether im Pflanzenreiche.

Von

Dr. H. Gutzeit.

Der Aethylalkohol, dieser Hauptrepräsentant jener grossen Klasse von organischen Verbindungen, die nach ihm ihren Namen führt, der zur Zeit als die maxivalente Verbindung des zweifachen Kohlenstoffs mit Wasserstoff aufgefasst wird, in welcher ein H durch die monovalente Gruppe $\overset{\text{I}}{\overline{\text{OH}}}$ ersetzt ist[1]), kann bekanntlich, wie Berthelot, Hofmann, Wurtz, Lourenço und andere Forscher gezeigt haben, künstlich auf die mannigfachste Weise dargestellt werden und findet sich, wie schon die Alten wussten, neben andern Produkten überall da, wo Zucker haltende oder Zucker gebende Substanzen unter geeigneten Bedingungen der geistigen Gährung überlassen sind.

In manchen dieser Gährungsprodukte kommt er nicht allein im freien Zustande, sondern auch in Form von Aethern vor. Im fertigen Wein z. B. als Aethyl-Acetat, Aethyl-Butyrat, Aethyl-Caprinat und Aethyl-Caprylat. —

Ausser in gegohrenen organischen Flüssigkeiten ist er bis jetzt nur im Thierreiche aufgefunden worden. Lallemand, Perrin und Duroy zeigten bekanntlich das Vorkommen desselben im Harn, im Blut und allen Organen nach dem Genuss von Spirituosen; Liebben fand, dass nach dem Genuss selbst sehr mässiger Mengen geistiger Getränke, stets Alkohol im Harn nachzuweisen ist[2]) und Geuther lehrte das Vorkommen desselben im frischen Harn von Diabetikern kennen[3]).

Im Pflanzenreiche dagegen sind bis dahin sichere Beobachtungen über ein anderes Vorkommen des Aethylalkohols oder seiner Aether nicht gemacht worden.

---

1) A. Geuther, Lehrbuch der Chemie. S. 178.

2) Annalen d. Chem. und Pharm. 7. Supplementbd. S. 286.

3) Jenaische Zeitschrift f. Med. u. Naturw. II, 4. S. 407.

Doebbereiner glaubte allerdings unter den Produkten der trocknen Destillation des Holzes, besonders des Birkenholzes, eine kleine Quantität (Aethyl-)Alkohol gefunden zu haben. Philipps Taylor, der Entdecker des Holzgeistes, zeigte jedoch, dass dieser flüchtige Stoff dem Alkohol zwar ähnlich ist, dass er sich aber in gewissen Beziehungen wesentlich davon unterscheidet [1]). Er lässt sich mit Wasser in allen Verhältnissen mischen, brennt mit blauer Flamme wie Alkohol, löst Harze, giebt aber mit concentrirter Schwefelsäure keinen Aether (keinen flüssig bleibenden) [2]). Taylor entdeckte diesen Stoff bereits 1812, veröffentlichte aber seine Beobachtungen über den „Aether pyrolignicus" erst im Jahr 1822 und zwar gelegentlich in einem Briefe an die Redaction des Philosophical Journal [3]).

Abkömmlinge von diesem Produkte der trocknen Destillation des Holzes, dem Methylalkohol, sind in der Folge vielfach im Pflanzenreiche aufgefunden worden: In Mercurialis annua das „Methylamin". Im Mutterkorn, in den Blüten von Crataegus oxyacantha, Sorbus aucuparia, Pyrus communis, in den Blättern von Chenopodium Vulvaria, im Safte der Runkelrübenblätter, im Brande des Weizens und der Gerste, in faulender Hefe und faulendem Waizenmehl das „Trimethylamin". Im Caffee, im Thee, in den Cola-Nüssen und in der aus den Früchten von Paullinia sorbilis bereiteten pasta Guarana das „Methyl-Theobromin" = Caffeïn oder Theïn. Im eingetrockneten Milchsafte der grünen Samenkapseln des Mohns das „Methyl-Morphin" = Codeïn und das „Trimethylnornarkotin" = gewöhnliches Narkotin [4]). In den Blüten, überhaupt in allen Theilen von Gaultheria procumbens, sowie im Kraute und in den Blüten von Monotropa hypopitys und vielleicht auch fertig gebildet in der Rinde von Betula lenta ein Aether des Methylalkohols das „Wasserstoff-Methylsalicylat".

Nicht allein aber von diesem, sondern auch von andern nahen Verwandten des Aethylalkohols sind Aether im Pflanzenreiche entdeckt worden: In den Früchten von Heracleum Spondylium L., „Octyl-Acetat und Octyl-Capronat" [5]); in den Früchten von Hera-

1) Tilloch's Philos. Mag. November 1822. S. 315.

2) Berzelius, Jahresberichte III. 1824. S. 187.

3) Dumas und Peligot, Ueber einen neuen Alkohol, den Holzgeist und seine Verbindungen. Journal f. pract. Chemie 1834. Bd. 3. S. 162 und S. 369—393.

4) Matthiessen u. Foster, Annal. d. Chem. u. Pharm. 1867. V. Supplbd. S. 386.

5) Theodor Zincke, Untersuchung des ätherischen Oels in den Früchten von Heracleum Spondylium L. Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 151. S. 1.

cleum giganteum, „Octyl-Acetat und Hexyl-Butyrat“[1]) und in den Früchten von Pastinaca sativa L., „Octyl-Butyrat“[2]). Um so auffallender erscheint es, dass der Aethylalkohol als solcher, oder Aether desselben, bis jetzt im Pflanzenreiche nicht nachgewiesen sind, zumal da sein Oxydationsprodukt, die ihm eigenthümliche Säure — die Essigsäure — bekanntlich im Pflanzenreiche ungemein häufig aufgefunden worden ist. Vauquelin fand Essigsäure, Kalium- und Calcium-Acetat im Safte vieler Pflanzen, namentlich der Bäume. Hautz und Wunder entdeckten sie in vielen aromatischen Wässern, so in den über Kamillenblüten, Majoran, Cardamomen, Fenchel und Wurmsamen abdestillirten Wässern und Zincke desgleichen in dem wässerigen Destillate von Heracleum Spondylium L.[3]). Im Oele von Evonymus europaeus findet sie sich als Triacetin und gleichfalls als Glycerinäther im Crotonöl; denn wie Geuther's und Froehlich's Untersuchungen gezeigt haben, ist die Crotonsäure Schlippe's nur ein Gemenge von Essigsäure, Buttersäure und Baldriansäure[4]).

Das Vorkommen von Aethylverbindungen in unveränderten Pflanzensäften war mithin seit den genannten Entdeckungen höchst wahrscheinlich und ist nunmehr durch die folgenden Untersuchungen zur Gewissheit geworden.

I. Untersuchung der Früchte und Doldenstiele von Heracleum giganteum hort.

Als Untersuchungsobjekt wurden zunächst die Früchte von Heracleum giganteum gewählt, da mir diese im hiesigen botanischen Garten, sowie in Privaten angehörigen Gärten, in ziemlicher Menge zur Verfügung standen.

Zweck dieser Arbeit war eines Theils, aus dem flüchtigen Oele dieser Früchte, in welchem Franchimont und Zincke, wie bereits oben bemerkt ist, Octyl-Acetat und Hexyl-Butyrat nachgewiesen haben, für die Sammlung des chemischen Instituts die betreffenden Alkohole darzustellen; anderen Theils, event. die von den

1) A. Franchimont u. Th. Zincke, Ueber Hexylalkohol aus Heracleumöl. Berichte d. d. chem. Gesellsch. zu Berlin. Bd. 4 S. 822 u. Bd. 5 S. 19.

2) J. J. van Renesse, Ueber die Zusammensetzung des flüchtigen Oels aus den Früchten von Pastinaca sativa L. Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 166. S. 80.

3) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 152. S. 21.

4) Jenaische Zeitschrift f. Medicin u. Naturwiss. 1870. Bd. 6. S. 45.

genannten Chemikern nicht berücksichtigten, niedrigst siedenden Antheile dieses Oels einer näheren Untersuchung zu unterwerfen, wenn nämlich die Menge derselben eine solche gestatten würde.

A. Nicht völlig reife Früchte vom Sommer 1873.

$6^1/_4$ Kilo fast ausgewachsener, also noch nicht völlig reifer Früchte, wurden in einer, mit Zweck entsprechendem Kühlapparate verbundenen kupfernen Blase mit 18 Kilo Wasser übergossen der Destillation unterworfen und diese unter fortwährender guter Abkühlung des Destillats so lange fortgesetzt, als sich noch Oeltropfen zeigten. Das so erhaltene circa 12 Kilo wiegende Destillat röthete das blaue Lacmuspapier nur äusserst schwach; dagegen reagirte der Inhalt der Blase stark sauer, eine Eigenschaft, welche auch die Früchte zeigten, weshalb derselbe ebenfalls in den Kreis der Untersuchungen gezogen wurde.

1. Das Destillat.

Mittelst eines Hebers wurde der wässerige Theil desselben von dem aufschwimmenden Oele getrennt und darauf durch wiederholte fractionirte Destillation aus dem ersteren, das darin noch gelöste resp. suspendirte Oel gewonnen, indem nach jeder Destillation das ausgeschiedene Oel sorgfältig gesammelt wurde.

Bei diesen Destillationen wurde plötzlich, als die zu destillirende Flüssigkeit kaum noch 200,0 Grmm. betrug, die Entdeckung gemacht, dass die zuletzt destillirten Antheile specifisch schwerer waren, als die zuerst übergegangenen Antheile des Destillats; denn jeder in die Vorlage gelangende Tropfen durchdrang die in derselben bereits vorhandene Flüssigkeit und lagerte sich auf dem Boden an, theilweise allerdings, auf dem Wege dorthin, sich lösend oder mischend; beim vorsichtigen Schütteln der Vorlage sah man ebenso deutlich, dass die Flüssigkeit keine homogene war.

Gleichzeitig wurde im Kühlrohre und namentlich bei plötzlicher Abkühlung des vom Kühlwasser nicht umgebenen Theiles dieses Rohres ein eigenthümliches Fliessen beobachtet, wie es bei der Destillation spirituöser Flüssigkeiten der Fall ist.

In Folge dieser Beobachtung wurde die Operation fortgesetzt, nicht so sehr der Spuren Oel wegen, die noch in dem Destillate gelöst sein konnten, als um die Ursache des eben Mitgetheilten zu erforschen.

Das Thermometer lehrte bald, dass eine unter 100° C. siedende Flüssigkeit vorhanden sei. Nachdem durch fortgesetzte, schliesslich aus dem Wasserbade vorgenommene fractionirte Destillation, die flüchtigen Theile ziemlich isolirt waren und die so erhaltene Flüssigkeit etwa noch 12—15 Grmm. betragen mochte, wurde mittelst eines hineingetauchten und dann der Flamme genäherten Glasstabes konstatirt, dass dieselbe eine leicht entzündliche war und dass sie mit blassbläulicher Flamme brannte. Nun wurde Calciumchlorid zugefügt, um so vielleicht eine Abscheidung zu bewirken, allein vergeblich; denn nach dem es zerflossen war, mischten die erst entstandenen zwei Schichten sich völlig homogen. Auf Zusatz weniger Tropfen Wasser jedoch, entstand eine Trübung und wurde daher der Flüssigkeit etwa ihr halbes Volum Wasser zugefügt und darauf dieselbe 24 Stunden der Ruhe überlassen. In der That hatte sich eine geringe Oelschicht abgesondert. Diese wurde sorgfältig entfernt und die nunmehr klare Flüssigkeit der Rectifikation unterworfen. Gleich nach der ersten Destillation, wurde eine schwachalkalische Reaction des Destillats bemerkt und deshalb dieses mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt und abermals destillirt. Das so erhaltene Destillat wurde in einem mit Rückflusskühler und Thermometer verbundenen Kölbchen unter sorgfältiger Kühlung mit Aetzkalkstückchen behandelt und dann im Wasserbade so lange erwärmt, bis aller Kalk zerfallen war. Mit der darauf durch Destillation getrennten, noch $6{,}_0$ Grmm. wiegenden Flüssigkeit wurde dieselbe Operation wiederholt und dabei noch ein Verlust von $0{,}_6$ Grmm. wahrgenommen. Alsdann wurde zum dritten Male mit Aetzkalk behandelt; doch obgleich derselbe 12 Stunden hindurch mit der im Wasserbade erhitzten Flüssigkeit in Berührung blieb, veränderte er sich nicht mehr. Die Flüssigkeit war also vollkommen entwässert und wog nach beendeter Destillation, während welcher das Thermometer 72—77° C. anzeigte $5{,}_2$ Grmm. — Das Gewicht dieser flüchtigen Substanz betrug also etwa $0{,}_1$ % der angewandten Früchte; doch war zu vermuthen, dass sich in Wahrheit ein höherer Procentsatz ergeben würde, weil nicht von Anfang an mit dem Bewusstsein gearbeitet wurde, dass hier eine so niedrig siedende Substanz zu berücksichtigen sei und in der That ist diese Vermuthung durch neuere, in diesem Semester ausgeführte Untersuchungen, deren Resultate weiter unten mitgetheilt sind, vollkommen bestätigt worden. —

a) Die zwischen 72 und 77° C. siedende Flüssigkeit.

Diese stellte eine wasserhelle, leicht bewegliche, dünne, neutrale Flüssigkeit dar, welche nach allen ihren physikalischen Eigenschaften, Geruch, Geschmack, Löslichkeitsverhältnissen und Siedepunkt, sich als ein Gemisch aus „Aethylalkohol und Methylalkohol" documentirte. Diese Ansicht wurde auch durch die Elementaranalyse bestätigt; denn bei der Verbrennung mit Kupferoxyd lieferten:

0,2240 Grmm. Substanz 0,3879 CO^2 und 0,2614 H^2O
entsprechend 0,105791 C. und 0,029044 H.

Die Formel C^2H^6O verlangt:	Gefunden:	Die Formel CH^4O verlangt:
C 52,2	47,2	37,5
H 13,0	13,0	12,5
O 34,8	—	50,0
100,0		100,0

Es wurde nun der Versuch gemacht durch fractionirte Destillation eine Trennung der beiden Alkohole zu bewirken und diese auch wirklich in so weit erreicht, dass wenigstens der „Aethylalkohol" als isolirt betrachtet werden konnte. Dieser Theil der Flüssigkeit, etwa $^2/_3$ der Gesammtmenge betragend, siedete nämlich nach wiederholter Rectifikation über Aetzkalk bei 78—79° C. Zur Elementaranalyse wurde der mittlere Theil dieses Destillats verwendet.

0,2064 Grmm. Substanz gaben beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,3906 Grmm. CO^2 und 0,2466 Grmm. H^2O entsprechend 0,106471 Grmm. C. und 0,02740 Grmm. H.

	Berechnet:		Gefunden:
C^2	24	52,2	51,6
H^6	6	13,0	13,2
O	16	34,8	—
	46	100,0	

Aus diesem Resultate ist ersichtlich, dass die analysirte Substanz fast reiner „Aethylalkohol" war.

Der andere Theil der Flüssigkeit, dessen Siedepunkt von 66—72° C. variirte, wurde ebenfalls entwässert und dann die erst überdestillirenden Tropfen der Flüssigkeit für die Elementaranalyse verwerthet. —

0,1817 Grmm. Substanz gaben beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,1170 Grmm. CO^2 und 0,0929 Grmm. H^2O entsprechend 0,031909 Grmm. C. und 0,010322 Grmm. H.

	Berechnet:		Gefunden:
C	12	37,5	39,1
H^4	4	12,5	12,6
O	16	50,0	—
	32	100,0	

Die analysirte Substanz war demnach „Methylalkohol“ mit noch etwas Aethylalkohol vermischt. — Da diese Alkohole vermuthlich nicht als solche, in den Früchten enthalten gewesen waren; sondern als Aether, welche sich bei der Destillation zersetzt hatten, so war es von Interesse nachzuforschen, ob vielleicht in dem gewonnenen Oele noch ein unzersetzter Aether des Aethylalkohols nachgewiesen werden konnte und wurde deshalb die Untersuchung des Oels in Angriff genommen.

b) Das flüchtige Oel.

Die Gesammtmenge desselben betrug 35,0 Grmm. also 0,56% der Früchte.

Zuerst wurde dasselbe der fractionirten Destillation unterworfen und durch diese gelang es, wesentlich drei Flüssigkeiten abzuscheiden. Die grösste Menge siedete bei 200—210° C. und betrug 19 Grmm., die zweite bei 210—250° C. und wog 8 Grmm., die dritte siedete von 130—170° C.

Nur die letztgenannte Fraction konnte zur Erledigung der oben bemerkten Frage in Betracht kommen und wurde daher näher untersucht. Das Gewicht derselben betrug 3,5 Grmm., also gerade 10% der Gesammtmenge des Oels. — Unverkennbar hatte diese Fraction, neben einem, auch den übrigen Fractionen eigenthümlichen Geruch, den charakteristischen Geruch des Aethyl-Butyrats. —

Sie wurde in einem mit Rückflusskühler versehenen Kölbchen und unter guter Abkühlung 8 Stunden hindurch mit 70 Grmm. einer 10% wässerigen Natriumhydroxydlösung gekocht. Eine vollständige Zersetzung der Aether schien aber dadurch keineswegs erreicht zu sein und wurden deshalb nach völligem Erkalten, noch 20 Grmm. NaOH hinzugefügt und dann 12 Stunden mit der nunmehr 30% Lauge gekocht; doch schien auch jetzt noch unzersetztes Oel vorhanden zu sein, weshalb noch 36 Grmm. NaOH zugefügt und mit der nun 50% Lauge 6 Stunden gekocht wurde. Alsdann wurden die Alkohole von den entstandenen Natriumsalzen durch Destillation getrennt. —

α) Die durch Zersetzung der zwischen 130 und 170° C. siedenden Fraction entstandenen Alkohole.

Das Destillat, welches eine äusserst geringe Schicht einer öligen Flüssigkeit an seiner Oberfläche zeigte, wurde von dieser durch einen Heber getrennt und dann der fractionirten Destillation unterworfen. Die nach jeder Destillation ausgeschiedene geringe Menge der öligen Flüssigkeit wurde stets sorgfältig entfernt; doch wollte diese Methode nicht recht zum Ziele führen und wurde deshalb schliesslich Calciumchlorid zugefügt und dadurch eine Abscheidung auch thatsächlich erreicht. Die ganze Menge der gewonnenen öligen Flüssigkeit betrug nur reichlich 1 Grmm. und konnte daher zunächst nicht weiter untersucht werden. Sie war wasserhell, dünnflüssig und von sehr angenehmem Geruch.

Die letzten Reste der wässerigen Flüssigkeit zeigten durchaus keine öligen Tropfen an ihrer Oberfläche, brannten aber mit blassbläulicher Flamme und wurden deshalb über Aetzkalk rectifizirt. Dadurch wurde eine kleine Quantität einer wasserhellen Flüssigkeit erhalten, deren physikalische Eigenschaften mit denen des Aethylalkohols vollkommen übereinstimmten. Die Menge dieser Flüssigkeit war leider zu gering um eine Elementaranalyse zu gestatten und konnten deshalb nur qualitative Reactionen mit ihr angestellt werden. Mit Natrium-Acetat und concentrirter Schwefelsäure erhitzt, erzeugte sie den charakteristischen Geruch des „Aethyl-Acetats“. — Ein Aethyläther war also in dem untersuchten Oele vorhanden gewesen.

β) Die entstandenen Natriumsalze.

Der im Kölbchen verbliebene Rückstand wurde mit einem vorher abgekühlten Gemisch aus je 115 Grmm. concentrirter Schwefelsäure und Wasser mit der Vorsicht vermischt, dass eine Erhitzung dabei nicht stattfand und dann unter guter Abkühlung der Destillation unterworfen. Da gegen Ende derselben ein bedenkliches Stossen erfolgte, so wurden noch 40 Grmm. Schwefelsäure zugefügt, also so viel, dass sich alles vorhanden gewesene Natriumhydroxyd zu Natrium-Hydrium-Sulfat vereinigen konnte und darauf die Destillation zu Ende geführt. Da die nunmehr im Destillate enthaltenen flüchtigen Säuren, wahrscheinlich Essigsäure und Buttersäure waren, denn diese sind von Franchimont und Zincke in den höher siedenden Fractionen des Oels nachgewiesen, so

wurde zu ihrer Trennung die LIEBIG'sche Methode der theilweisen Neutralisation angewendet[1]).

Zu dem Ende wurde ein Drittel des wohl gemischten und erwärmten Destillats genau mit Natrium-Carbonat gesättigt, die übrigen zwei Drittel dazu gefügt, die Lösung wiederholt durchgeschüttelt und möglichst weit abdestillirt.

Der Rückstand wurde dann mit Natrium-Carbonat genau neutralisirt, zur Trockne gebracht und mit Alkohol ausgezogen. Von dem alkoholischen Auszuge wurde der Alkohol abdestillirt, der Rückstand mit Wasser aufgenommen und diese Lösung, weil sie nicht ganz klar erschien, filtrirt und das Filtrat eingedunstet.

Die Hälfte des Destillats II wurde dann ebenfalls neutralisirt, mit der andern Hälfte vermischt und überhaupt in gleicher Weise behandelt.

Alsdann wurde auch das Destillat III neutralisirt und nach derselben Methode das Natriumsalz gewonnen.

Mit den drei so erhaltenen Salzmengen wurden die Natriumbestimmungen ausgeführt. —

I. $0,_{2035}$ Grmm. des bei 135° getrockneten und vorsichtig geschmolzenen Salzes — durch das Schmelzen hatte nur $0,_{0009}$ Verlust Statt — lieferten $0,_{1008}$ Grmm. Natrium-Carbonat, entsprechend $0,_{043713}$ Grmm. — $21,_5$% Natrium.

II. $0,_{1638}$ Grmm. des bei gleicher Temperatur getrockneten und dann vorsichtig geschmolzenen Salzes — Verlust beim Schmelzen betrug $0,_{0007}$ Grmm. — gaben $0,_{0753}$ Grmm. Natrium-Carbonat, entsprechend $0,_{032677}$ = $20,_0$% Natrium.

III. $0,_{0859}$ Grmm. des in gleicher Weise behandelten Salzes — Verlust beim Schmelzen $0,_{0001}$ — gaben $0,_{0129}$ Grmm. Natrium-Carbonat, entsprechend $0,_{018617}$ Grmm. = $21,_7$% Natrium.

	Berechnet:	Gefunden:		
		I	II	III
$C^4H^8O^2$	= $79,_5$	—	—	—
Na	= $20,_5$	$21,_5$	$20,_0$	$21,_7$
	$100,_0$			

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass die analysirten Salze fast reines Natrium-„Butyrat“ waren, sowie dass die Portionen I und III eine sehr geringe Menge eines Salzes mit höherem Natriumgehalt, wahrscheinlich Natrium-Acetat, beigemengt enthielten[2]).

---

1) Annalen der Chem. u. Pharm. Bd. 71 S. 356.

2) Die Formel $C^2H^3NaO^2$ erfordert 28% Natrium.

Da aber die Menge des zu Gebote stehenden Salzes eine nur geringe war, — im Ganzen waren 1,5 Grmm. im Wasserbade getrocknetes Salz erhalten, — so musste auf eine weitere Reinigung verzichtet werden.

Mit verdünnter Schwefelsäure übergossen, entwickelte das Salz den durchdringenden Geruch der „Buttersäure“ und gleichzeitig zeigten sich Oeltropfen auf der Oberfläche der Flüssigkeit.

Die Gegenwart der Buttersäure ist somit erwiesen. Durch die Untersuchung des Oels ist mithin die Anwesenheit von „Aethyl-Butyrat“ in den niedrigst siedenden Antheilen des Heracleumöls mindestens sehr wahrscheinlich geworden.

2. Das in der Destillirblase Zurückgebliebene.

Der stark saure Inhalt der Blase wurde mit einer Lösung von Natriumhydroxyd bedeutend übersättigt, darauf etwa 5 Kilo Wasser zugefügt, dann die Blase mit dem Kühlrohre verbunden, gut lutirt und eine Nacht hindurch der Inhalt sich selbst überlassen. Alsdann wurde destillirt und so 4 Kilo einer stark alkalisch reagirenden Flüssigkeit gewonnen, auf welcher sich eine sehr geringe Oelschicht zeigte.

Die in der Blase zurückgebliebene Natriumsalzlösung wurde in geeigneter Weise von den extrahirten Früchten getrennt und von den Farbstoffen befreit. Die Untersuchung des erhaltenen Salzes ist zur Zeit noch nicht zum Abschluss gekommen und deshalb will ich hier nicht weiter darauf eingehen. —

Das Destillat wurde mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert, und dann abermals der Destillation unterworfen. Der in der Retorte verbliebene Rest der Flüssigkeit, welcher also das Sulfat der flüchtigen Basis enthielt, wurde durch Eindampfen concentrirt und zuletzt im Wasserbade zur Trockene gebracht. Es resultirte eine weisslich graue Salzmasse, die später weiter untersucht wurde.

Das durch Destillation mit Schwefelsäure erhaltene Destillat wurde der fractionirten Destillation unterworfen und dadurch noch etwa 1 Grmm. Oel gewonnen; dagegen wurde in diesem Destillate weder Aethyl- noch Methylalkohol aufgefunden.

B. Reife Früchte vom Sommer 1873.

Da es für die Wissenschaft, namentlich für die Physiologie ohne Zweifel von Interesse ist, nicht allein gemeinhin die Produkte des Protoplasmas kennen zu lernen, sondern auch dieselben in den

verschiedenen Stadien des Wachsthums der betreffenden Individuen zu erforschen, so wurde nunmehr eine Portion der „reifen" Früchte des Heracleum giganteum eingesammelt, namentlich in der Absicht zu konstatiren, ob auch in diesen die flüchtigen Bestandtheile — Aethylalkohol und Methylalkohol — noch vorhanden seien, welche sich in den nicht völlig reifen Früchten vorgefunden hatten.

Zu diesem Zwecke wurden 4¹/₂ Kilo reifer, zum Theil auch trockner Früchte in einer Destillirblase mit 16 Kilo Wasser übergossen eine Nacht macerirt und dann unter denselben Vorsichtsmaassregeln, wie bei der Untersuchung der unreifen Früchte angegeben, der Destillation unterworfen.

1. Das Destillat.

Von dem etwa 11 Kilo wiegenden, kaum merklich sauer reagirenden Destillate, wurde das aufschwimmende Oel mit Hülfe eines Hebers getrennt und dann ganz in der vorhin beschriebenen Weise das noch gelöste resp. suspendirte Oel durch wiederholte fractionirte Destillation gewonnen.

Gegen das Ende dieser Operationen, als die zu destillirende Flüssigkeit kaum noch 100 Grmm. betrug, wurde endlich auch hier das eigenthümliche Fliessen im Kühlrohre beobachtet. Es waren also die flüchtigen Stoffe auch hier noch vorhanden, wenn auch, wie aus dem geschilderten Verhalten hervorgeht, in bedeutend geringerer Menge als in den nicht völlig reifen Früchten.

a) Die flüchtigsten Theile.

Als die Menge des Destillats nur noch 6—7 Grmm. betrug, wurde Calciumchlorid hinzugefügt und nun das eigenthümliche Verhalten beobachtet, dass sich ein weisses, nicht zerfliessendes Pulver am Boden des Glases ablagerte. Eine nähere Untersuchung ergab, dass sich dieses unter Aufbrausen in Chlorwasserstoffsäure löste und dass das sich dabei entwickelnde geruchlose Gas Kalkwasser trübte, mithin „Kohlensäure" war.

Dieses konnte nur dadurch erklärt werden, dass diese Säure an eine flüchtige Base gebunden und mit dieser ins Destillat gelangt sei.

Zunächst wurde, zur Bestätigung dieser Vermuthung, die über dem weissen Pulver (Calcium-Carbonat) befindliche Flüssigkeit nochmals der Destillation unterworfen und dabei sowohl beobachtet, dass bei 75°—85° C. schon ein beträchtlicher Theil der Flüs-

sigkeit überdestillirte, als auch, dass das „Destillat“ in der That alkalische Reaction zeigte.

Der im Kölbchen verbliebene wässerige Rückstand wurde nunmehr nach dem Erkalten mit einer concentrirten Lösung von Natriumhydroxyd versetzt und dann in einem geeigneten Destillations-Apparate gekocht. Es entwickelte sich ein stark alkalisch reagirendes Gas, welches in chlorwasserstoffhaltigem Wasser aufgefangen wurde.

Das oben erwähnte alkalisch reagirende Destillat wurde alsdann mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure angesäuert um die Base zu fixiren, dann die flüchtigen Theile durch Destillation entfernt und der Rückstand in gleicher Weise wie vorhin angegeben mit Natriumhydroxyd behandelt. Das sich entwickelnde Gas wurde gleichfalls in chlorwasserstoffhaltigem Wasser aufgefangen und dann die beiden, das Chlorid der flüchtigen Base enthaltenden Flüssigkeiten vereinigt und im Wasserbade zur Trockne eingedunstet. Das so erhaltene Salz wurde später weiter untersucht. —

Das nach der Neutralisation mit Schwefelsäure erhaltene Destillat wurde zur bessern Isolirung der flüchtigen Bestandtheile neuerdings mit Calciumchlorid versetzt. Dieses löste sich vollständig auf. Darauf wurde die Lösung der fractionirten Destillation unterworfen und das Destillat so oft über Aetzkalk rectifizirt, bis derselbe auch nach vielstündiger Erwärmung nicht mehr zerfiel.

Die so dargestellte, völlig entwässerte Flüssigkeit wog $1,_{8}$ Grmm., betrug also nur $0,_{01}$% der angewandten Früchte. In ihren äussern Eigenschaften zeigte sie grosse Aehnlichkeit mit der aus den unreifen Früchten erhaltenen Flüssigkeit; doch lag ihr Siedepunkt bedeutend niedriger, nämlich zwischen 66 und 72° C. Sie konnte daher vorzugsweise nur aus „Methylalkohol“ bestehen.

$0,_{1710}$ Grmm. Substanz gaben beim Verbrennen mit Kupferoxyd $0,_{2515}$ Grmm. CO^2 und $0,_{1930}$ Grmm. H^2O entsprechend $0,_{068591}$ C. und $0,_{021444}$ H.

Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:
$C = 37,_{5}$	$40,_{1}$	$C^2 = 52,_{2}$
$H^4 = 12,_{5}$	$12,_{5}$	$H^6 = 13,_{0}$
$O = 50,_{0}$	—	$O = 34,_{8}$
$100,_{0}$		$100,_{0}$

Aus diesem Resultate geht hervor, dass etwa $^4/_5$ der Flüssigkeit aus Methylalkohol besteht und nur $^1/_5$ aus Aethylalkohol,

weshalb eine Trennung nicht versucht wurde, da die zu Gebote stehende geringe Menge diesem Zwecke nicht genügen konnte.

b) Das flüchtige Oel.

Die Gesammtmenge des Oels wog $83,_0$ Grmm., betrug mithin 2 % der angewandten Früchte. Ausserdem standen noch $32,_0$ Grmm. desselben Oels zur Verfügung die bei einer früher unternommenen Destillation erhalten waren. Durch geeignete fractionirte Destillation wurde aus dem vereinigten Oele der von 130—170° C. siedende Antheil gewonnen und dieser dem entprechenden, aus unreifen Früchten gewonnenen Oele, analog behandelt. Das Gewicht desselben betrug $8,_0$ Grmm., also nur $7,_1$ % des gesammten Oels.

Die vollständige Zersetzung der Aether wurde durch 10stündiges Kochen mit 100 Grmm. einer 50 % wässerigen Natriumhydroxydlösung bewirkt. Nachdem darauf die Alkohole durch Destillation von den entstandenen Natriumsalzen getrennt waren, wurden Destillat und Rückstand untersucht.

α) Die durch Zersetzung der zwischen 130 und 170° C. siedenden Fraction entstandenen Alkohole.

Aus dem Destillate wurden, analog dem früher angewandten Verfahren, mit Hülfe des Hebers, der fractionirten Destillation und des Calciumchlorids etwa 3 Grmm. einer dünnen öligen, angenehm riechenden Flüssigkeit abgeschieden, welche mit der aus den nicht völlig reifen Früchten dargestellten völlig identisch schien; aber ebenfalls ihrer geringen Menge wegen für jetzt nicht weiter untersucht werden konnte. Die letzten Reste der wässerigen Flüssigkeit brannten mit blassbläulicher Flamme, verhielten sich überhaupt wie gewässerter Weingeist; leider aber hinterblieb nach der Rectifikation über Aetzkalk, eine nur so geringe Menge Material, dass wie bei der Untersuchung der unreifen Früchte, auch hier die Gegenwart eines „Aethyläthers“ in dem Oele nur qualitativ, nicht quantitativ nachgewiesen werden konnte.

β) Die entstandenen Natriumsalze.

Wieder wurde das Verfahren der fractionirten Sättigung verwerthet, nachdem in gleicher Weise wie früher, mittelst Schwefelsäure die flüchtigen Säuren in Freiheit gesetzt und dann durch Destillation von dem entstandenen Natrium-Hydrium-Sulfat getrennt waren. Auch jetzt wurde je ein Drittel der vorhandenen Säure mit Natrium-Carbonat neutralisirt, also ebenfalls drei Salz-

Portionen erhalten. Die mit denselben ausgeführten Natrium-Bestimmungen gaben folgende Resultate:

I. $0,_{1440}$ Grmm. bei 135° C. getrocknetes und vorsichtig angeschmolzenes Salz (der Verlust beim Schmelzen betrug $0,_{0005}$) lieferten $0,_{0752}$ Grmm. Natrium-Carbonat, entsprechend $0,_{032631}$ Grmm. $=$ $22,_{6}$ % Natrium.

II. $0,_{1638}$ Grmm. in gleicher Weise präparirtes Salz (der Verlust beim Schmelzen betrug $0,_{0008}$ Grmm.) lieferten $0,_{0765}$ Grmm. Natrium-Carbonat, entsprechend $0,_{0332}$ Grmm. $=$ $20,_{3}$ % Natrium.

III. $0,_{1375}$ Grmm. in derselben Weise behandeltes Salz (der Verlust beim Schmelzen betrug hier nur $0,_{0004}$ Grmm.) lieferten $0,_{0680}$ Grmm. Natrium-Carbonat, entsprechend $0,_{029509}$ Grmm. $=$ $21,_{5}$ % Natrium.

Berechnet:		Gefunden:		
		I	II	III
$C^4H^9O^2$	$= 79,_{5}$			
Na	$= 20,_{5}$	$22,_{6}$	$20,_{3}$	$21,_{8}$
	$100,_{0}$			

Da Natrium-Acetat 28 % Natrium verlangt, so lehren die erhaltenen Zahlen, dass der bis 170° C. siedende Aether der reifen Heracleum-Früchte, gleichwie der aus den nicht völlig reifen Früchten, fast reines „Butyrat" ist, dass mithin der durch Zersetzung des Aethers aufgefundene Aethylalkohol höchst wahrscheinlich als „Aethyl-Butyrat" in dem Oele vorhanden gewesen ist. Das gesammte Gewicht der Salzmengen betrug etwa $3,_{5}$ Grmm., nachdem sie im Wasserbade ausgetrocknet waren. Wird das Salz mit verdünnter Schwefelsäure übergossen, so sammeln sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ölige Tropfen, welche ungemein stark nach „Buttersäure" riechen. —

2. Das in der Destillirblase Zurückgebliebene.

Der stark sauer reagirende Inhalt der Blase wurde ganz in derselben Weise behandelt, wie es bei Untersuchung der nicht völlig reifen Früchte der Fall gewesen ist und sind auf diese Weise auch mehr oder weniger dieselben Resultate erzielt; denn erstens wurde ein Natriumsalz dargestellt, resp. ein Gemenge von Natriumsalzen, deren Untersuchung noch nicht beendet ist. Zweitens wurde ebenfalls das Salz einer flüchtigen Base gewonnen, über dessen Untersuchung ich weiter unten berichten werde. Drittens endlich wurde noch eine geringe Quantität ätherisches

Oel erhalten, dagegen das Vorhandensein von Aethyl- oder Methylalkohol hier nicht mehr konstatirt. —

Ein vergleichender Rückblick auf die ausgeführten Untersuchungen zeigt einige interessante Thatsachen. Erstens nämlich die Vermehrung des ätherischen Oels in den reifen Früchten; denn während in diesen 2,0 % enthalten waren, ergaben die nicht völlig reifen Früchte nur 0,56 Procent, also fast nur den vierten Theil; doch ist dieses theilweise natürlich darin begründet, dass die nicht völlig reifen Früchte einen bedeutend höhern Wassergehalt besitzen. Zweitens ergiebt sich unzweifelhaft, dass das Gewichtsverhältniss der Verbindungen mit niederem und höherem Kohlenstoffgehalt ein wechselndes ist, es scheint, dass im Verlauf des Wachsthums die ersteren mehr und mehr verschwinden. Diese Thatsache geht hervor, erstens schon durch einen Vergleich von den Gewichten der niedrigst siedenden Antheile des Oels mit den der höher siedenden Antheile; denn bei den nicht völlig reifen Früchten betrug die Fraction 130—170° C. 10,0 Procent des gesammten Oels; dagegen bei den reifen Früchten nur 7,1 Proc. und zweitens in recht treffender Weise aus dem Gewichtsverhältniss des Aethyl- und Methylalkohols zu dem des ätherischen Oeles. In den nicht völlig reifen Früchten haben wir das Verhältniss der Alkohole zu Letzterem wir 5,2 : 35 also 1 : 7; in den reifen Früchten dagegen wie 1,8 : 83 also 1 : 46 [1]). —

Demnach scheint es, als ob in den Früchten zunächst Verbindungen mit niederem Kohlenstoffgehalt sich bilden, die später zum Aufbau derjenigen mit höherem Kohlenstoffgehalte verwendet werden. Dadurch würde es auch erklärlich werden, dass die Gegenwart von Aethylverbindungen im Pflanzenreiche so lange verborgen bleiben konnte, trotzdem das Vorkommen derselben keineswegs ein vereinzeltes ist, wie die weiteren, nachfolgend mitgetheilten Untersuchungen beweisen.

Sehr auffallend und mit den oben ausgeführten Betrachtungen nicht so recht übereinstimmend, ist das Gewichtsverhältniss des Methylalkohols zum Aethylalkohol; denn während der letztere in den nicht völlig reifen Früchten bedeutend vorherrschte, überwiegt der erstere in den reifen Früchten beträchtlich. —

1) Nach neueren Untersuchungen ganz junger Früchte, deren Resultate weiter unten mitgetheilt sind, fand sich sogar das Verhältniss 44 : 76 also 1 : 2 etwa. Ein Gemisch reifer und unreifer Früchte ergab das Verhältniss 9 : 83 also 1 : 9.

C. Die Doldenstiele zur Zeit der Fruchtreife.

Da die reifen Früchte eine so bedeutende Ausbeute an ätherischem Oele geliefert hatten, so lag die Vermuthung nahe, dass auch die mit ihnen verbundenen Doldenstiele nicht ganz frei von Oel sein würden und wurde deshalb auch eine Untersuchung dieser vorgenommen.

600 Grmm. Doldenstiele, von welchen alle Früchte mit grosser Sorgfalt entfernt waren, wurden in einem geeigneten Destillirapparate mit 8 Kilo Wasser der Destillation unterworfen; doch zunächst nur 2 Kilo Flüssigkeit abdestillirt.

Alsdann wurden sie mit dem Reste der Flüssigkeit eine Nacht der Maceration überlassen und darauf abermals 2 Kilo Flüssigkeit abdestillirt.

Die vereinigten Destillate entsprachen der Erwartung keineswegs, denn sie zeigten nur eine sehr dünne Oelschicht oder eigentlich nur einige aufschwimmende Oeltropfen. Durch fractionirte Destillation dieser, weder blaues noch geröthetes Lakmus verändernden Flüssigkeit, gelang es, die geringe Quantität des Oels zu isoliren; doch betrug die Menge derselben, trotz aller Vorsicht, schliesslich kaum einen Grmm., konnte also für eine eingehende Untersuchung nicht verwerthet werden. — In seinen äusseren Charakteren stimmte es mit dem aus den Früchten gewonnenen Oele völlig überein.

Bevor die Isolirung des Oels mittelst der fractionirten Destillation völlig beendet war und die zu destillirende Flüssigkeit übrigens kaum noch 30 Grmm. betrug, veranlasste ein eigenthümlicher, unangenehmer Geruch des Oels, nochmals die Reaction gegen Lakmus zu prüfen und nun fand sich, dass geröthetes Papier stark gebläut wurde. Die Flüssigkeit wurde deshalb mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und darauf wieder destillirt. — Beim Ansäuern mit Schwefelsäure, von welcher übrigens nur einige Tropfen erforderlich waren, erfolgte Kohlensäure-Entwickelung. — Das Destillat hatte nunmehr den unangenehmen Geruch verloren und reagirte neutral.

Der im Kölbchen verbliebene Rückstand, welcher also das Sulfat der im wässerigen Destillate enthaltenen Base enthielt, wurde, gleichwie die bei Untersuchung der Früchte erhaltenen Salze der flüchtigen Basen, näher untersucht. Die Resultate dieser Untersuchungen werden gleichsam als Anhang weiter unten mitgetheilt.

D. Junge Früchte vom Sommer 1874.

Diese Untersuchung wurde lediglich zu dem Zwecke unternommen, die vorstehend mitgetheilten Resultate, das Vorkommen von Aethylverbindungen im Pflanzenreiche betreffend, zu bestätigen.

Da nun die frühere Untersuchung gezeigt hatte, dass die Menge der Aethylverbindung bei zunehmender Reife der Früchte mehr und mehr abnimmt, so wurden zunächst nur ganz junge, noch lange nicht ausgewachsene Früchte eingesammelt. Das Gewicht derselben betrug 13¼ Kilo. Sie wurden in zwei Portionen getheilt, mit etwa 40 Kilo Wasser übergossen, in der früher beschriebenen Weise sofort der Destillation unterworfen und diese, unter sorgfältiger Abkühlung des Destillats[1], so lange fortgesetzt, bis das flüchtige Oel vollständig überdestillirt war. Destillate und Rückstände zeigten wieder die früher bemerkten Eigenschaften, denn die Letzteren reagirten stark sauer, während blaues Lakmuspapier von Ersteren nur sehr schwach geröthet wurde.

Die vereinigten Destillate wurden, analog dem früher angewandten Verfahren, der fractionirten Destillation unterworfen und nach jeder Destillation das aufschwimmende Oel sorgfältig getrennt.

Die Menge des so gewonnenen Oels betrug 76 Grmm. = $0,_6$ Procent vom Gewichte der Früchte. Bei diesen Destillationen wurde das früher beobachtete Verhalten, welches eben zur Entdeckung der Alkohole geführt hatte, schon sehr frühzeitig bemerkt; denn als das Destillat noch etwa 1000 Grmm. betragen mochte, konnte bereits das Vorhandensein einer Flüssigkeit, welche specifisch leichter als Wasser ist und einen niedrigern Siedepunkt besitzt, mit Sicherheit erkannt werden. Die Reaction des Destillats war zu dieser Zeit noch immer eine schwach saure und wurde daher zur Entfernung der flüchtigen Säuren etwas Natrium-Carbonat zugefügt und dann weiter fractionirt. Das nunmehr erhaltene Destillat reagirte dagegen schwach alkalisch — wieder analog dem früher beobachteten Verhalten — und wurde daher mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt, abermals destillirt. Die so erhaltene, etwa noch 150—200 Grmm. wiegende Flüssigkeit wurde in einer, mit Rückflusskühler und Thermometer verbundenen Kochflasche vorsichtig mit Aetzkalkstückchen behandelt. Nachdem dann der Kalk vollständig zerfallen war, wurde die Flüssigkeit abdestillirt, mit dem Destillate dieselbe Operation wiederholt und dieses Verfahren so lange fortgesetzt, bis die Flüssigkeit vollständig wasserfrei geworden, bis nämlich auch nach mehrtägi-

ger Einwirkung bei 74° C. der Aetzkalk durchaus unverändert geblieben war.

Die so isolirte flüchtige Substanz, welche den früheren Resultaten entsprechend ein aus Aethyl- und Methylalkohol bestehendes Gemisch sein musste, wog 44,0 Grmm., betrug also 0,33 Proc. der Früchte und siedete zwischen 74 und 78° C. Demnach war sie zum grössten Theile Aethylalkohol, auch verhielt sie sich in sonstigen physikalischen Eigenschaften diesem ebenfalls sehr ähnlich.

Die Elementaranalyse lieferte folgende Resultate:

0,2278 Grmm. Substanz gaben 0,2675 Grmm. H^2O und 0,4060 Grmm. CO^2, entsprechend 0,029722 Grmm. H. und 0,110727 Grmm. C.

Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:
$C^2 = 52,2$	48,6	$C = 37,5$
$H^6 = 13,0$	13,0	$H^4 = 12,5$
$O = 34,8$	—	$O = 50,0$
100,0		100,0

Zur Isolirung des Aethylalkohols wurde wieder die fractionirte Destillation angewendet und diese, mit Hülfe eines Wasserbades und eines Liebig'schen Kühlers in der Weise ausgeführt, dass die Flüssigkeit zunächst bei niedriger Temperatur (50—60° C.) längere Zeit der Verdunstung überlassen und das erhaltene Destillat für sich aufgehoben wurde. Alsdann wurde vorsichtig so lange destillirt, bis das Thermometer über 78° C. anzeigte und darauf der Rest der Flüssigkeit, welcher zwischen 78 und 79° C. siedete, also wahrscheinlich nur Aethylalkohol war, für sich aufgefangen. Mit dem Mittelgliede wurde dieselbe Operation wiederholt und in dieser Weise die Fractionirung fortgeführt, bis das Mittelglied fast verschwunden war. —

Das Gewicht der so isolirten höchst siedenden Flüssigkeit, betrug 25 Grmm. Dieselbe wurde, um sie von etwa aus der Luft aufgenommenem Wasser wieder zu befreien, mit Aetzkalkstückchen zusammen in einem mit Rückflusskühler versehenen Kölbchen 48 Stunden erhitzt und dann durch Destillation vom Kalk getrennt.

Die so gereinigte und entwässerte Flüssigkeit erwies sich in der That als „Aethylalkohol"; denn erstens lag ihr Siedepunkt bei 78,2° C.,

Aethylalkohol siedet nach Gay-Lussac[1]), nach Kopp[2]) und

1) Gay-Lussac, Gmelin's Handbuch der Chemie. IV. Bd. S. 551.
2) Kopp, Gmelin's Handbuch der Chemie. Suppl. Bd. S. 157.

nach von BAUMHAUER[3]) unter einem Druck von 760 mm. bei 78,4° C.; nach MENDELEJEFF bei 78,3° C.[4]).

Zweitens hatte sie bei 14° C. das specifische Gewicht 0,791, bei 0° = 0,803, bezogen auf Wasser, dessen specifisches Gewicht bei 4° C. = 1,000 angenommen ist.

Das specifische Gewicht des Aethylalkohols ist nach KOPP bei 15,5° C. = 0,7939, bei 0° = 0,8095[2]); nach MENDELEJEFF bei 15° C. = 0,7937, bei 0° = 0,8062[4]); nach von BAUMHAUER bei 15° C. = 0,7940[3]).

Drittens lieferten 0,280 Grmm. der Flüssigkeit beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,5315 Grmm. CO^2 und 0,3304 Grmm. H^2O, entsprechend 0,144911 Grmm. C. und 0,036711 Grmm. H.

Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:
$C^2 = 52,2$	51,8	$C = 37,5$
$H^6 = 13,0$	13,1	$H^4 = 12,5$
$O = 34,8$	—	$O = 50,0$
100,0		100,0

Viertens wurde aus einem Theile der fraglichen Flüssigkeit mittelst Jod und Phosphor die Jodverbindung dargestellt und diese durch ihre Eigenschaften und durch die Elementaranalyse mit Sicherheit als „Aethyl-Jodid" erkannt. — Behufs Darstellung der Jodverbindung wurde das LAUTEMANN'sche Verfahren[5]) zur Gewinnung des Aethyljodids gewählt, nach welchem Jod und Alkohol nach und nach durch den Tubulus einer kalt gehaltenen Retorte mit Phosphor versetzt werden; doch wurde, um möglichst grosse Ausbeute zu erzielen, nicht das von diesem Chemiker empfohlene Gewichtsverhältniss — gleiche Theile Jod und Alkohol — angenommen; sondern den Angaben RIETH's und BEILSTEIN's[6]) gemäss und der Formel $5\,J + P + 6\,C^2H^6O = 5\,C^2H^5J + \overset{III}{PO^4}\overset{I}{C^2H^5}H^2 + 2\,H^2O$ ziemlich entsprechend, zu 5 Grmm. der zu untersuchenden Flüssigkeit 10 Grmm. Jod gegeben und nach und nach der nöthige Phosphor, etwa 1 Grmm. zugefügt.

Nach beendeter Einwirkung wurde aus dem Wasserbade abdestillirt, dann das Destillat zuerst mit Natriumhydroxyd haltigem, darauf mit reinem Wasser völlig ausgeschüttelt und endlich zur Entfernung der letzten Theilchen Wasser einige Tage mit Calcium-

3) von BAUMHAUER, Pharm. Zeitung. Bunzlau d. 2. Juli 1870.
4) MENDELEJEFF, Zeitschrift für Chemie 1865. S. 257.
5) LAUTEMANN, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 113. S. 241.
6) RIETH u. BEILSTEIN, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 126. S. 250.

Chlorid in Berührung gelassen. Die dann abdestillirte, 10 Grmm. wiegende, stark lichtbrechende Flüssigkeit, war farblos, hatte den Geruch des Jodäthyls und siedete zwischen 70 und 72° C. —

Aethyljodid siedet bei 72° C.[1]; nach FRANKLAND[2]) bei $71,_6$° C. unter 746 mm. Druck; nach PIERRE[3]) bei 70° C. unter $751,_7$ mm. Druck.

Durch fractionirte Destillation gelang es leicht, daraus einen bei 72° C. siedenden Antheil zu isoliren. $0,_{5869}$ Grmm. dieser Fraction lieferten $0,_{1614}$ Grmm. Wasser, entsprechend $0,_{0181489}$ Grmm. = $3,_2$ Procent Wasserstoff und $0,_{3230}$ Grmm. Kohlensäure, entsprechend $0,_{088336}$ Grmm. = $15,_1$ Procent Kohlenstoff.

$0,_{5610}$ Grmm. Substanz gaben $0,_{8457}$ Grmm. Argentijodid, entsprechend $0,_{457}$ Grmm. = $81,_4$ Procent Jod.

Berechnet	Gefunden	Berechnet
$C^2 = 15,_1$	$15,_1$	$C = 8,_5$
$H^5 = 3,_2$	$3,_2$	$H^3 = 2,_1$
$J = 81,_4$	$81,_4$	$J = 89,_4$
$100,_0$	$99,_7$	$100,_0$

E. Theils reife, theils unreife Früchte vom Sommer 1874.

Zu dieser Untersuchung wurden sämmtliche, mir noch zur Verfügung stehenden Früchte dieser Pflanze verwerthet. Zum Theil befanden sie sich in dem Reifezustande, wie die im Sommer 1873 gesammelten nicht völlig reifen Früchte; doch war ein grosser Theil auch bereits völlig reif geworden, während eine andere Portion sich im Gegentheil noch in einem bedeutend jüngeren Entwickelungszustande befand. — Die Menge derselben betrug 6½ Kilo. — Durch Destillation mit Wasser, welche in gleicher Weise und mit denselben Vorsichtsmaassregeln wie früher ausgeführt wurde, sind daraus die flüchtigen Bestandtheile abgeschieden worden. Aus dem Destillate wurde dann, gleichfalls nach dem früher angewandten Verfahren, mittelst Heber und fractionirter Destillation das flüchtige Oel abgesondert und dabei ganz dieselben Erscheinungen bemerkt, wie sie bei den früher ausgeführten Untersuchungen beobachtet waren. Auch hier wurde dem entsprechend eine unter

1) WOEHLER's Grundriss d. org. Chemie, bearbeitet von FITTIG. 1874. S. 39.

2) FRANKLAND, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 71. S. 171.

3) PIERRE, Jahresbericht der Chemie 1847—1848. S. 61.

100° C. siedende Substanz aufgefunden und diese durch fractionirte Destillation und durch geeignete Behandlung mit Aetzkalk vollständig entwässert.

Die Menge des gewonnenen Oels betrug 83 Grmm. = 1,3 Proc. der Früchte und die Menge der unter 100° C. siedenden Flüssigkeit 9 Grmm. = 0,14 Proc. der Früchte. Letztere documentirte sich durch ihre physikalischen Eigenschaften, sowie durch ihr Verhalten gegen Reagentien, wieder als ein Gemisch aus Aethylalkohol und Methylalkohol, denn sie siedete zwischen 72,6 und 78° C. und 0,3115 Grmm. dieser Flüssigkeit lieferten beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,3610 Grmm. Wasser, entsprechend 0,040111 Grmm. = 12,9 Proc. H und 0,5111 Grmm. Kohlensäure, entsprechend 0,147655 Grmm. = 47,1 Proc. Kohlenstoff. —

Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:
C^2 = 52,2	47,1	C = 37,5
H^6 = 13,0	12,9	H^4 = 12,5
O = 34,8	—	O = 50,0
100,0		100,0

Durch fractionirte Destillation, welche in der oben mitgetheilten Weise ausgeführt wurde, gelang es, daraus einen Antheil zu isoliren, der ganz bestimmt „Aethylalkohol" war; denn nach vollständiger Entwässerung siedete derselbe bei 78,4° C. und hatte bei 15,8° C. das spec. Gewicht: 0,7925, bei 0° C. das spec. Gewicht 0,8055 — fast übereinstimmend mit den Kopp'schen Zahlen für Aethylalkohol: „78,4° C. Siedepunkt unter 760 mm. Druck, sowie 0,8063 spec. Gewicht bei 0° C." — Beim Verbrennen mit Kupferoxyd lieferten 0,2456 Grmm. dieser Fraction 0,2915 Grmm. Wasser, entsprechend 0,032389 Grmm. = 13,2 Proc. Wasserstoff und 0,4673 Grmm. Kohlensäure, entsprechend 0,127445 Grmm. = 51,9 Proc. Kohlenstoff.

Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:
C^2 = 52,2	51,9	C = 37,5
H^6 = 13,0	13,2	H^4 = 12,5
O = 34,8	—	O = 50,0
100,0		100,0

Diese Untersuchungen haben mithin die Anwesenheit von Aethylverbindungen in den Früchten des Heracleum giganteum, sowie das Vorkommen von „Aethylalkohol" in einer von nicht gegohrenen Pflanzentheilen abdestillirten Flüssigkeit ausser Zweifel gestellt; doch ist es noch fraglich geblieben, ob der gefundene

Aethylalkohol als solcher in den Früchten enthalten war, oder aber in der Form von Aethern, die sich bei der Destillation zersetzt hatten. Zur Entscheidung dieser Frage werde ich weitere Untersuchungen anstellen sobald mir frisches Material zur Verfügung stehen wird. —

Zum Schlusse dieser Arbeit glaube ich noch besonders hervorheben zu müssen, dass die weiter oben bereits mitgetheilte, bei den früheren Untersuchungen gemachte Beobachtung, nach welcher bei zunehmender Reife der Früchte die Menge der Methylverbindung ziemlich konstant zu bleiben scheint, oder besser ausgedrückt, dass dieselbe im Verhältniss zur *Aethylverbindung* zunimmt, indem diese letztere mehr und mehr *schwindet*, wahrscheinlich weil sie zum Aufbau höherer Kohlenstoffverbindungen dient, auch bei diesen letzten Untersuchungen Bestätigung gefunden hat; denn wollte man an Verdunstung denken, so müsste die flüchtigere Methylverbindung erst recht fortgehen. — Eine vergleichende übersichtliche Tabelle über Ausbeute und Siedepunkte wird das Gesagte beweisen:

13¼ Kilo *sehr junge* Früchte lieferten 44,0 Grmm. = 0,33 Proc. zwischen 74 und 78° C. siedendes Alkoholgemisch.

6½ Kilo theils reife, theils unreife Früchte lieferten 9,0 Grmm. = 0,14 Proc. zwischen 72,5 und 78° C. siedendes Alkoholgemisch.

6¼ Kilo nicht völlig reife Früchte lieferten 5,2 Grmm. = 0,08 Proc. zwischen 72 und 77° C. siedendes Alkoholgemisch.

4⅛ Kilo *reife* Früchte lieferten 1,8 Grmm. = 0,04 Proc. zwischen 66 und 72° C. siedendes Alkoholgemisch.

F. Die aus der flüchtigen Base dargestellten Salze.

1. *Das aus den nicht völlig reifen Früchten dargestellte Sulfat.*

Die Menge desselben betrug 10,0 Grmm., also waren aus 1 Kilo der angewandten Früchte 1,6 Grmm. dieses Salzes gewonnen. Es wurde höchst fein zerrieben, mit einer Mischung aus drei Theilen absoluten Alkohols und einem Theile Aether zwei Tage unter häufigen Umschütteln digerirt. Alsdann wurde durch Filtration die Lösung von dem Nichtgelösten getrennt, aus ersterer durch Destillation der Aether-Alkohol wieder gewonnen und mit diesem das nicht gelöste Salz abermals digerirt. Diese Operation wurde

noch ein drittes Mal wiederholt. Trotz dieser anhaltenden Digestion waren nur Spuren des Salzes in Lösung gegangen. Der nicht gelöste Antheil bestand lediglich aus „Ammonium-Sulfat“, wie die mit demselben angestellten Reactionen unzweifelhaft darthaten, und konnte daher ein weiteres Interesse nicht bieten. Der gelöste Antheil hatte eine etwas bräunliche Farbe. Ein Pröbchen davon entwickelte, mit Natronlauge übergossen, ein Gas, welches stark nach Ammoniak roch und nebenbei einen geringen unangenehmen Geruch besass. Mit Chlorwasserstoff bildete dieses Gas starke weisse Nebel. Der Rest dieses Salzes wurde durch Destillation mit Natronlauge, Auffangen des Destillats in chlorwasserstoffhaltigem Wasser und Eindampfen dieser Flüssigkeit im Wasserbade gereinigt. Das so erhaltene Chlorid war vollkommen weiss. Es wurde in wenig Wasser gelöst, diese Lösung mit Platini-Chlorid versetzt, dann im Wasserbade zur Trockne gebracht und endlich das überschüssig zugesetzte Platini-Chlorid mit absolutem Alkohol entfernt. —

Es hinterblieben 0,373 Grmm. Platindoppelsalz. Da vielleicht ein wesentlicher Antheil des gebildeten Doppelsalzes im Alkohol gelöst sein konnte, so wurde der Alkohol durch Destillation entfernt und der Rückstand mit Natronlauge behandelt, doch ohne den erwarteten Erfolg.

Ein Pröbchen des erhaltenen Doppelsalzes wurde ebenfalls mit Natronlauge zersetzt und dabei fast nur Ammoniak-Geruch wahrgenommen.

Ein anderes Theilchen wurde unter das Mikroskop gebracht, doch waren ausgeprägte Formen nicht vorhanden — nur zeigten sich hier und da Octaëderflächen. Ein drittes Theilchen wurde mit Wasser erhitzt. Es löste sich darin auf und beim Erkalten schied sich dann das Doppelsalz in schönen, wohl ausgebildeten Krystallen aus und in solcher Grösse, dass sie schon mit unbewaffnetem Auge als reguläre Octaëder erkannt werden konnten. Das Doppelsalz war demnach nur gewöhnlicher Platinsalmiak, vermischt mit einer Spur vielleicht eines andern Salzes. Diese Ansicht wurde durch die quantitative Analyse vollkommen bestätigt; denn 0,298 Grmm. des Salzes lieferten beim Glühen 0,131 Grmm. metallisches Platin, entsprechend 44,0 Proc. Die Formel $(NH^4)^2 Pt Cl^6$ verlangt 44,2 Proc. Die aus den nicht völlig reifen Früchten des Heracleum giganteum durch Destillation mit Natriumhydroxyd in Freiheit gesetzte flüchtige Base war demnach „Ammoniak“.

2. Das Chlorid, welches bei der Fractionirung der aus reifen Früchten durch Destillation mit Wasser erhaltenen Flüssigkeit gewonnen war.

Dieses Salz wurde an der Luft etwas feucht. Die ganze Menge desselben wurde in das Platindoppelsalz verwandelt und sowohl der nach Behandlung mit absolutem Alkohol erhaltene Rückstand, als auch die Lösung untersucht. $0{,}_{385}$ Grmm. des in Alkohol nicht löslichen Platindoppelsalzes gaben $0{,}_{1435}$ Grmm. entsprechend $42{,}_{9}$ Procent Pt. Zum grössten Theile war demnach das untersuchte Doppelsalz Ammonium-Platini-Chlorid; doch nicht allein, denn dieses verlangt $44{,}_{2}$ Procent Platin. Der lösliche Theil des Platinsalzes wurde mit Natronlauge der Destillation unterworfen und das Destillat in chlorwasserstoffhaltigem Wasser aufgefangen, dann diese Flüssigkeit im Wasserbade eingedampft. Es hinterblieben Spuren eines Salzes, mit welchem seiner geringen Menge wegen Reactionen nicht angestellt werden konnten.

3. Die aus den reifen Früchten durch Destillation mit Natronlauge in Freiheit gesetzte flüchtige Base.

Das erhaltene Sulfat wog $11{,}_{6}$ Grmm. 1 Kilo der reifen Früchte gab also $2{,}_{8}$ Grmm., das ist $1{,}_{2}$ Grmm. mehr als die unreifen Früchte. Es wurde sorgfältig zerrieben und dann wiederholt mit einem Gemisch aus 3 Theilen absoluten Alkohols und 1 Theile Aether macerirt. Der Rückstand erwies sich, wie bei den unreifen Früchten, als Ammonium-Sulfat. Von dem Filtrate wurde der Aether-Alkohol abdestillirt und dann der Rückstand im Wasserbade eingedunstet. Es hinterblieb nur eine sehr geringe Menge und diese wurde an der Luft zwar feucht, doch zerfloss sie keineswegs, bestand mithin wahrscheinlich zum grössten Theile aus Ammonium-Sulfat. Beim Uebergiessen einer Probe mit Natronlauge entwickelte sich übrigens neben Ammoniak ein der Häringslake ähnlich riechendes Gas, so dass auf Anwesenheit einer Spur von Trimethylamin geschlossen werden konnte. Um dieses möglichst zu isoliren, wurde zunächst das nicht ganz weiss aussehende Salz durch geeignete Behandlung mit Natronlauge und Chlorwasserstoff in das Chlorid übergeführt, dieses völlig getrocknet und mit Alkohol digerirt. Die Lösung wurde darauf mit Platini-Chlorid versetzt und das entstandene, in Alkohol nicht lösliche Doppelsalz analysirt. — Ein in Alkohol lösliches Doppelsalz war nicht gebildet worden. — $0{,}_{0097}$ Grmm. dieses Salzes lieferten $0{,}_{0042}$ Grmm.,

entsprechend $43,_3$ Proc. metallisches Platin[1]); mithin war auch die so sorgfältig isolirte Salzmenge fast nur Ammoniumsalz, die durch Natronlauge aus den reifen Früchten in Freiheit gesetzte flüchtige Base, wie bei den nicht völlig reifen Früchten, also wesentlich nur „Ammoniak".

4. Das aus den Doldenstielen dargestellte Sulfat.

Das Sulfat wurde mit Natronlauge destillirt, das Destillat in chlorwasserstoffhaltigem Wasser aufgefangen und diese Flüssigkeit im Wasserbade eingedunstet. Das so erhaltene weisse Chlorid wog reichlich einen Grmm. Es wurde an der Luft nicht feucht. — Dasselbe wurde mit Aether-Weingeist wiederholt digerirt, von der Lösung das Lösungsmittel abdestillirt, der Rückstand in wenig Wasser aufgenommen und im Wasserbade abermals eingedunstet. Das so erhaltene Salz wurde ebenfalls an der Luft nicht feucht. Es wurde in wenig Wasser wieder gelöst, mit Platini-Chlorid versetzt, dann im Wasserbade eingedunstet und das rückständige Salz mit Alkohol extrahirt. Der in Alkohol lösliche Theil wurde, nach Entfernung des Alkohols, mit Natronlauge destillirt, das Destillat in chlorwasserstoffhaltigem Wasser aufgefangen und dann diese Flüssigkeit im Wasserbade eingedunstet. Es hinterblieb kaum die Spur eines Rückstandes, mithin hatte sich ein in Alkohol lösliches Platindoppelsalz nicht gebildet. Das in Alkohol nicht lösliche Doppelsalz ergab bei der Analyse folgendes Resultat: $0,_{1025}$ Grmm. desselben lieferten $0,_{0145}$ Grmm., entsprechend $43,_1$ Procent metallisches Platin, mithin war die fragliche Base auch hier wesentlich nur „Ammoniak".

II. Untersuchung der Früchte von Pastinaca sativa L.

Während der Untersuchung der Heracleum-Früchte im Sommer 1873 war mir der starke Geruch der Früchte von Pastinaca sativa L. aufgefallen. Derselbe erregte um so mehr meine Aufmerksamkeit, als Pastinaca bekanntlich eine der nächsten Ver-

---

1) Die Formel $(NH^4)^2\ Pt\ Cl^6$ erfordert $44,_2$ Procent Pt

" " $\left(N\begin{smallmatrix}H^3\\CH^3\end{smallmatrix}\right)^2 Pt\ Cl^6$ erfordert $41,_6$ Procent Pt

" " $\left(N\begin{smallmatrix}H^2\\(CH^3)^2\end{smallmatrix}\right)^2 Pt\ Cl^6$ erfordert $39,_3$ Procent Pt

" " $\left(N\begin{smallmatrix}H\\(CH^3)^3\end{smallmatrix}\right)^2 Pt\ Cl^6$ erfordert $37,_3$ Procent Pt.

wandten des Heracleum ist; denn beide gehören nicht nur der grossen Familie der Doldengewächse an, sondern zählen unter diesen auch zur Gruppe der Orthospermeen und unter diesen wieder zur Zunft der Peucedaneen.

Es lag daher die Vermuthung nahe, dass die grosse Verwandtschaft, welche hier morphologisch existirt, ebenfalls physiologisch, namentlich auch in Aehnlichkeit der mittelbaren Produkte des Protoplasma's, sich bekunden würde.

Nachdem ich bereits zur Erledigung dieser interessanten Frage eine Portion der Früchte in Arbeit genommen hatte, kamen mir die Untersuchungen van Renesse's[1]) zu Händen, durch welche sie bereits theilweise und das bejahend beantwortet wurde, da dieser Chemiker in dem flüchtigen Oele von Pastinaca sativa Octyl-Butyrat nachgewiesen hatte.

Für mich hatte es in Folge dessen nur noch Interesse, diese Früchte auf einen Gehalt an Methyl-, sowie vorzüglich an Aethylverbindungen zu prüfen, und wurden solche, wie aus den nachfolgend mitgetheilten Untersuchungs-Resultaten ersichtlich ist, auch wirklich aufgefunden. —

$3^1/_8$ Kilo theils reifer, theils noch halbreifer Früchte wurden in einer geeigneten Destillirblase mit 15 Kilo Wasser übergossen und sofort, unter guter Abkühlung des Destillats, 6 Kilo Flüssigkeit abdestillirt. Sowohl dieses Destillat, als auch der sauer reagirende Blaseninhalt wurden näher untersucht.

1. Das Destillat.

Dasselbe wurde der fractionirten Destillation unterworfen; zuvor jedoch die aufschwimmende Oelschicht mittelst eines Hebers sorgfältig getrennt und diese Operation auch nach jeder einzelnen Destillation wiederholt. Gegen das Ende der fractionirten Destillationen nahm das Destillat eine schwach alkalische Reaction an, die durch einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure beseitigt wurde. — Bei diesen, schliesslich über Calciumchlorid vorgenommenen Destillationen zeigte sich auch wieder, wie bei Untersuchung der Heracleum-Früchte, das die Anwesenheit spirituöser Flüssigkeiten anzeigende eigenthümliche Fliessen im Kühlrohre, sowie die Gegenwart einer Flüssigkeit, welche einen niedrigeren Siedepunkt und ein geringeres specif. Gewicht besitzt als Wasser. Nachdem die zu destillirende Flüssigkeit nur noch 5 Grmm. etwa betrug, liess

1) J. J. van Renesse, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 166. S. 80.

sie sich mit grosser Leichtigkeit entzünden und brannte mit blassbläulicher Flamme. Eine weitere Rectifikation wurde zunächst nicht vorgenommen, da inzwischen noch 2 Kilo der Früchte — ebenfalls theils reife, theils halbreife — gesammelt waren und nun einer gleichen Behandlung unterworfen wurden.

Bei der Destillation dieser zweiten Portion Früchte wurden ganz dieselben Erscheinungen bemerkt, welche sich bei der ersten Portion gezeigt hatten und das flüchtige Oel sowohl, als auch die niedrigst siedenden Antheile, wurden mit gleicher Sorgfalt gesammelt wie früher. Als das Gewicht der flüchtigen Bestandtheile etwa noch 4 Grmm. betragen mochte, wurde konstatirt, dass sie sich äusserst leicht entzünden liessen und mit blassbläulicher Flamme brannten, sich überhaupt wie „gewässerter Weingeist“ verhielten.

Jetzt erst, nachdem die Gegenwart einer spirituösen Flüssigkeit in dem wässerigen Destillate von Pastinaca sativa L. thatsächlich zweimal bewiesen war, wurden die erhaltenen flüchtigsten Antheile vereinigt und gemeinschaftlich mit der grössten Vorsicht in einem mit Rückflusskühler versehenen Kölbchen in der Wärme mit Aetzkalk behandelt.

Diese Operation wurde so oft wiederhohlt, bis auch nach 12-stündiger Einwirkung der Aetzkalk nicht mehr zerfallen war.

Die so gewonnene dünne, wasserhelle Flüssigkeit wog 4,1 Grmm., betrug also 0,08 Procent der Früchte und ihr Siedepunkt lag bei 72—77° C., also zwischen denen des Methyl- und des Aethylalkohols. Eine Elementaranalyse gab folgende Resultate:

0,1772 Grmm. Substanz lieferten beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,2937 Grmm. CO^2 und 0,2071 Grmm. H^2O, entsprechend 0,081009 Grmm. C. und 0,023011 Grmm. H.

	Die Formel C^2H^6O verlangt:	Gefunden:	Die Formel CH^4O verlangt:
C	= 52,2	45,7	37,5
H	= 13,0	13,0	12,5
O	= 34,8	—	50,0
	100,0		100,0

Durch oft wiederholte Rectifikation wurde aus dieser Flüssigkeit ein Antheil isolirt, der nach einer mehrstündigen Behandlung mit Aetzkalk, bei 78° C. siedete und sich vollständig wie „Aethylalkohol“ verhielt.

0,1911 Grmm. davon gaben beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,3720 Grmm. CO^2 und 0,2267 Grmm. H^2O, entsprechend 0,101455 Grmm. C. und 0,025189 Grmm. H.

Berechnet:	Gefunden:
$C^2 = 52,_2$	$53,_0$
$H^6 = 13,_0$	$13,_2$
$O = 34,_8$	—
$100,_0$	

Die analysirte Substanz war also „Aethylalkohol". Das Vorkommen von Aethylverbindungen im Pflanzenreiche ist somit durch diese Untersuchung vollständig bestätigt worden.

Das gesammte Gewicht des durch beide Destillationen gewonnenen Oels betrug $40,_0$ Grmm.

Dasselbe wurde der fractionirten Destillation unterworfen, um wie früher beim Heracleumöl, den Versuch zu machen, einen Aether des Aethylalkohols darin aufzufinden; doch wollte es mir auch nach mehrfacher Fractionirung nicht gelingen, eine wesentliche Menge eines entsprechend niedrig siedenden Antheils zu isoliren und wurde deshalb von einer Untersuchung abgesehen.

Uebrigens will ich bei dieser Gelegenheit mittheilen, dass ich die Angabe van Renesse's, der grösste Theil des Oels siede bei 244—245° C., keineswegs bestätigen kann, vielmehr erhielt ich wesentlich folgende drei Fractionen.

17 Grmm. bei 195—210° C. (uncorrig.) siedendes Oel, 8,5 Grmm. bei 233—240° C. (uncorrig.) siedendes Oel und 3,5 Grmm. bei 240—270° C. (uncorrig.) siedendes Oel.

Nach meinen Beobachtungen verhält sich demnach das Pastinaca-Oel auch in dieser Beziehung ganz ähnlich dem Heracleum-Oel.

Möglicherweise haben diese nicht übereinstimmenden Resultate in den Früchten selbst ihren Grund, da van Renesse völlig reife Früchte untersuchte, ich dagegen ein Gemenge aus reifen und halbreifen Früchten. —

Im Anschluss an diese Untersuchung will ich gleich hier hinzufügen, dass durch die fernere Behandlung beider Portionen der Früchte noch $14,_5$ Grmm. ätherisches Oel erhalten wurden, aus denen durch Fractionirung hauptsächlich folgende Mengen resultirten:

5 Grmm. bei 195—210° C. (uncorrig.) siedendes Oel, $4,_5$ Grmm. bei 233—240° C. (uncorrig.) siedendes Oel und $1,_5$ Grmm. bei 240—260° C. (uncorrig.) siedendes Oel.

Dieses Oel war demnach mit dem erst erhaltenen Oele identisch und wurden also insgesammt $54,_5$ Grmm. ätherisches Oel gewon-

nen = $1{,}_1$ Procent der Früchte, — Wittstein erhielt aus 40 Unzen frischer Früchte nur 7 Scrupel — $0{,}_7$ Procent Oel[1]).

2. Das in der Destillirblase Zurückgebliebene.

Die sauer reagirende Flüssigkeit wurde mit Natriumhydroxyd stark übersättigt und dann abermals, unter guter Abkühlung, der Destillation unterworfen, zuvor jedoch in die Vorlage etwas chlorwasserstoffhaltiges Wasser gegeben, um das nach Wittstein in den Früchten vorhanden sein sollende flüchtige Alkaloid zu binden.

Nachdem etwa 5 Kilo Flüssigkeit abdestillirt waren und sich keine Oeltropfen mehr zeigten, wurde die Destillation als beendet angesehen, zumal auch die zuletzt übergegangenen Antheile des Destillats eine alkalische Reaction nicht mehr zeigten. Das Destillat sowohl, als auch der die Natriumsalze der vorhandenen Säuren enthaltende Blaseninhalt wurde weiter untersucht. Diese letztere Untersuchung ist jedoch zur Zeit noch nicht beendet und will ich deshalb hier nicht weiter darauf eingehen.

Das Destillat reagirte stark alkalisch und wurde deshalb mit Chlorwasserstoff genau gesättigt. An der Oberfläche desselben zeigte sich eine ziemlich bedeutende Oelschicht. Diese wurde mittelst eines Hebers getrennt und dann die Flüssigkeit der fractionirten Destillation unterworfen. Die bei der ersten dieser Destillationen in der Retorte zurückbleibende Flüssigkeit wurde im Wasserbade eingedunstet und das so erhaltene trockene Chlorid der flüchtigen Base später näher untersucht. —

Das Destillat wurde durch oft wiederholte Destillation weiter fractionirt und stets das aufschwimmende Oel sorgfältig entfernt.

Auch hier zeigte sich schliesslich, namentlich nach einigen Destillationen über Calcium-Chorid, die Anwesenheit einer geistigen Flüssigkeit.

Nunmehr wurde mit der weiteren Fractionirung so lange gezögert, bis auch die Untersuchung der zweiten Portion Früchte bis zu diesem Punkte gediehen war.

Dieselbe wurde in ganz analoger Weise ausgeführt und dabei auch dieselben Erscheinungen beobachtet. Alsdann wurden die erhaltenen geistigen Flüssigkeiten vereinigt und durch wiederholte Rectifikationen über Aetzkalk vollständig entwässert und so $1{,}_2$ Grmm. = $0{,}_{02}$ Procent der Früchte, einer zwischen 66 und 71°

---

1) Buchner's Repert. für die Pharm. Bd. 18. S. 15.

C. siedenden Flüssigkeit erhalten, welche mit den Eigenschaften des „Methylalkohols“ begabt war.

$0{,}_{1622}$ Grmm. davon gaben bei der Verbrennung mit Kupferoxyd $0{,}_{2253}$ Grmm. CO^2 und $0{,}_{1812}$ Grmm. H^2O, entsprechend $0{,}_{0614 45}$ Grmm. C. und $0{,}_{020467}$ Grmm. H.

Die Formel CH^4O verlangt

berechnet:	Gefunden:
C = $37{,}_5$	$37{,}_9$
H = $12{,}_5$	$12{,}_6$
O = $50{,}_0$	—
$100{,}_0$	

Der hier gefundene „Methylalkohol“ wird entstanden sein durch Einwirkung des Natriumhydroxyds auf einen in den Früchten der Pastinaca sativa L. enthaltenen Methyläther.

3. Das Chlorid der flüchtigen Base.

Als Anhang an die bis jetzt mitgetheilten Untersuchungs-Resultate mögen auch diejenigen, welche bei Untersuchung der flüchtigen Base erhalten wurden, hier ihren Platz finden, um bei dieser Gelegenheit einen Irrthum zu berichtigen, der sich seit 1839 in die chemischen Werke eingeschlichen hat [1]).

Wittstein unternahm damals eine vorläufige Untersuchung dieser Früchte und glaubte dabei ein flüchtiges Alkaloid entdeckt zu haben und trotzdem Wittstein meines Wissens über diesen Gegenstand weitere Untersuchungen nicht ausgeführt hat, erhielt das signalisirte Alkaloid in der Folge den Namen „Pastinacin“. — Crome untersuchte Blätter, Blattstiele und Wurzeln der Pastinaca sativa [2]). —

Die Untersuchungen über die im Heracleum enthaltene flüchtige Base hatten bereits bedeutende Zweifel an der Existenz dieses Pastinacins bei mir rege gemacht und fanden diese durch die nachfolgend mitgetheilten Untersuchungs-Resultate ihre volle Berechtigung. —

Aus dem zuerst verarbeiteten Material waren $0{,}_{38}$ Procent desselben, nämlich 12 Grmm. eines völlig luftbeständigen Chlorids dargestellt worden.

Dieses wurde wiederholt mit Alkohol extrahirt, doch dadurch

---

1) Buchner, Repert. f. d. Pharm. Bd. 18. S. 15 und aus diesem in Gmelins Handbuch der Chemie. Bd. 5. S. 45.

2) Hermbstaedt, Arch. 6, 2, 266 und 4, 2, 342.

nur ein verhältnissmässig geringer Antheil in Lösung gebracht. — Das nicht gelöste Salz wurde ganz bestimmt als Ammonium-Chlorid erkannt. — Von den vereinigten Auszügen wurde der Spiritus durch Destillation entfernt, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, in einem geeigneten Destillations-Apparate durch Natriumhydroxyd die vorhandene flüchtige Base in Freiheit gesetzt und in eine, verdünnte Schwefelsäure enthaltende Vorlage geleitet.

Das nach beendigter Destillation trotzdem schwach alkalisch reagirende Destillat wurde mit verdünnter Schwefelsäure genau neutralisirt, darauf das so dargestellte Sulfat im Wasserbade zur Trockne eingedunstet und dann 24 Stunden der Luft ausgesetzt. Das völlig trocken gebliebene Salz wurde nun mit absolutem Alkohol digerirt; doch löste sich auch nach wiederholter längerer Digestion nicht merklich davon auf. Der nicht gelöste, fast 2 Grmm. wiegende Rückstand liess, mit Natriumhydroxydlösung übergossen, ein Gas entweichen, welches nur den reinen Ammoniak-Geruch besass. Auch gegen andere Reagentien verhielt sich das Salz genau wie Ammoniumsalz; denn mit Weinsäure lieferte es das krystallinische Ammonium-Hydrium-Tartrat und mit Platini-Chlorid entstand ein gelber, krystallinischer Niederschlag, der unzweifelhaft reines Ammonium-Platini-Chlorid war, weil $1,_{362}$ Grmm. des bei 100° C. wohl getrockneten Salzes beim Glühen $0,_{596}$ Grmm. = $44,_{1}$ Proc. metallisches Platin hinterliessen. — Die Formel $(NH^4)^2$ $Pt\ Cl^6$ erfordert $44,_{2}$ Proc. Pt.

Inzwischen war auch das aus der zweiten Portion der Früchte stammende Chlorid, welches $8,_{0}$ Grmm. wog, also genau $0,_{4}$ Proc. derselben ausmachte, in der eben beschriebenen Weise ebenfalls mit Alkohol behandelt, das dadurch Gelöste, nach Entfernung des Alkohols, mittelst Natriumhydroxyd zersetzt und die flüchtige Base an Schwefelsäure gebunden worden. Das erhaltene Sulfat verhielt sich ebenso, wie das zuerst dargestellte; denn es wurde an der Luft nicht feucht und gab an absoluten Alkohol nur sehr wenig ab. Das nichtgelöste, $1,_{2}$ Grmm. wiegende Sulfat wurde sowohl qualitativ als quantitativ ebenfalls genau untersucht und ergab sich auch hier, dass das fragliche Salz aus Ammonium-Sulfat bestand; denn $1,_{189}$ Grmm. des bei 100° C. getrockneten Platindoppelsalzes lieferten $0,_{523}$ Grmm. = $44,_{0}$ Procent metallisches Platin. —

Das von der Fällung mit Platini-Chlorid herrührende Filtrat wurde nach Entfernung des Alkohols, mit Natriumhydroxydlösung

übergossen, der Destillation unterworfen. Das in mit Chlorwasserstoff angesäuertem Wasser aufgefangene Destillat lieferte beim Verdunsten im Wasserbade kaum die Spur eines Rückstandes, mithin war auch in Alkohol lösliches Alkaloid-Platini-Doppelsalz nicht vorhanden. —

Die aus den Sulfaten der ersten und zweiten Portion der Früchte mit absolutem Alkohol erhaltenen Lösungen wurden nunmehr vereinigt, der Alkohol abdestillirt, der Rückstand im Wasserbade scharf ausgetrocknet und alsdann wieder mit absolutem Alkohol, jedoch mit einer nur geringen Menge, extrahirt. Der in Alkohol nicht gelöste, an der Luft nicht zerfliessliche Rückstand, wog fast $0,_{8}$ Grmm. und erwies sich als Ammonium-Sulfat, dem ein sehr geringer Antheil eines andern Salzes beigemischt war; denn beim Uebergiessen mit Natriumhydroxydlösung entwickelte sich ein Gas, welches nicht den reinen Ammoniak-Geruch hatte, sondern entfernt auch an Trimethylamin erinnerte und $0,_{457}$ Grmm. des bei 100° C. getrockneten Platindoppelsalzes lieferten nur $0,_{198}$ Grmm. = $43,_{3}$ Proc. metallisches Platin [1]). —

Ein in Alkohol lösliches Platindoppelsalz hatte sich auch hier nicht gebildet. —

Von der Lösung wurde der Alkohol abdestillirt und der völlig trockne, etwas bräunlich gefärbte Rückstand, welcher nur noch $0,_{015}$ Grmm. wog, = $0,_{0023}$ Proc. der ursprünglichen Salzmenge, nunmehr noch mit einem Gemisch aus 1 Theile Aether und 3 Theilen absoluten Alkohols digerirt.

Durch dieses Lösungsmittel wurde abermals eine Scheidung herbeigeführt; denn ein Theil des Salzes löste sich nach mehrtägiger Digestion, ein anderer blieb ungelöst. Dieser letztere Antheil erwies sich wieder der Hauptsache nach als Ammonium-Sulfat; denn er lieferte mit Platini-Chlorid $0,_{007}$ Grmm. Platindoppelsalz, welches beim Glühen $0,_{003}$ Grmm. = $42,_{9}$ Proc. metallisches Platin hinterliess.

Der in Aether-Alkohol gelöste Antheil wurde nach Entfernung des Lösungsmittels ebenfalls mit Platini-Chlorid behandelt und der entstandene Niederschlag theils mit Natriumhydroxyd zersetzt, wodurch die Gegenwart einer nicht allein ammoniakalisch, sondern auch unangenehm riechenden Base constatirt wurde; theils aber geglüht und dadurch festgestellt, dass $0,_{0265}$ Grmm. Platindoppelsalz $0,_{0108}$ Grmm. = $40,_{8}$ Proc. metallisches Platin hinterliessen. Es

1) Die Formel $(\overset{\mathrm{I}}{NH^4})^2 \overset{\mathrm{IV}}{Pt} Cl^6$ erfordert $44,_{2}$ Procent Pt.

war also hier noch eine andere Base zugegen. Zu diesem Schlusse führte auch die von dem in Alkohol nicht löslichen Platindoppelsalz abfiltrirte Lösung. Zwar liess sie nach dem Eindunsten über Schwefelsäure, mit Hülfe des Mikroskops charakteristische Merkmale nicht erkennen, doch beim Uebergiessen mit Natriumhydroxyd war ein unangenehmer, an Coniin erinnernder Geruch deutlich zu bemerken. —

Erwägt man aber, dass hier nur von einer äusserst geringen Spur, von einer kaum noch wägbaren Menge die Rede ist, die wohl gleich Null gesetzt werden darf, wenigstens wenn nicht aussergewöhnlich grosse Mengen der Früchte verarbeitet werden, so ist gewiss der Schluss gerechtfertigt, dass Wittstein — dessen Vermuthung sich allein auf den Geruch der in Freiheit gesetzten Base stützte — nur „Ammoniumsalz" vor sich hatte. Dieser Schluss erscheint um so berechtigter, wenn man überlegt, dass dem genannten Chemiker nur der vierte Theil des von mir verwertheten Materials zur Verfügung stand und ihm ausserdem noch durch einen unglücklichen Zufall — Zerbrechen des Glases — ein Theil des erhaltenen Destillats verloren gegangen war.

III. Untersuchung der unreifen Früchte von Anthriscus cerefolium Hoffm.

Zu dieser Untersuchung wurde ich durch Herrn Hofrath Geuther veranlasst, dem der eigenthümliche an Anis erinnernde Geruch der Blüten und unreifen Früchte aufgefallen war. — Reife Früchte riechen gar nicht mehr und enthalten, wie der Versuch zeigte, keine Spur ätherisches Oel. —

Da dieselbe aber noch nicht völlig zum Abschluss gelangt ist, so will ich für jetzt nur die Mittheilung machen, dass auch in diesen Früchten eine Aethylverbindung vorhanden ist.

10 Kilo der ganz jungen Früchte gaben nämlich bei ihrer Destillation mit Wasser, die — wie ich ausdrücklich bemerken will — sofort unternommen wurde, ein Destillat, aus welchem durch Fractionirung und geeignete Behandlung mit Aetzkalk 27 Grmm. = $0{,}_{27}$ Proc. einer leicht beweglichen, leicht entzündlichen, zwischen 75 und 78° C. siedenden Flüssigkeit erhalten wurde, die „Aethylalkohol" ist, vermischt mit sehr wenig „Methylalkohol".

$0{,}_{2965}$ Grmm. dieser Flüssigkeit lieferten beim Verbrennen mit Kupferoxyd $0{,}_{5318}$ Grmm. CO^2 und $0{,}_{3425}$ Grmm. H^2O,

entsprechend $0{,}_{115036}$ Grmm. C und $0{,}_{0238056}$ Grmm. H $= 49{,}_{1}$ Proc. C und $12{,}_{9}$ Proc. H.

Durch Fractionirung und abermalige Behandlung mit Aetzkalk wurde ein bei 78° C. siedender Antheil isolirt. —

$0{,}_{2371}$ Grmm. dieser Fraction gaben beim Verbrennen mit Kupferoxyd: $0{,}_{1486}$ Grmm. CO^2 und $0{,}_{2829}$ Grmm. H^2O, entsprechend $0{,}_{122345}$ Grmm. C und $0{,}_{0314483}$ Grmm. H $= 51{,}_{6}$ Proc. C und $13{,}_{2}$ Proc. H.

Die Formel C^2H^6O erfordert berechnet:	Gefunden: I	II	Die Formel CH^4O erfordert berechnet:
C = $52{,}_{2}$	$49{,}_{1}$	$51{,}_{6}$	C = $37{,}_{5}$
H = $13{,}_{0}$	$12{,}_{9}$	$13{,}_{2}$	H = $12{,}_{5}$
O = $34{,}_{8}$	—	—	O = $50{,}_{0}$
$100{,}_{0}$			$100{,}_{0}$

Somit ist das Vorkommen des „Aethylalkohols" in nicht gegohrenen Pflanzensäften ausser Zweifel gestellt und bereits in einer dritten Pflanze die Existenz von Aethylverbindungen — des Alkohols oder aber seiner Aether, welches zur Zeit noch unentschieden ist — mit Sicherheit nachgewiesen worden.

Die vorstehend beschiebenen Versuche wurden im hiesigen chemischen Universitäts-Laboratorium unter Leitung meines hochgeschätzten Lehrers, Herrn Hofrath Professor Dr. Geuther ausgeführt. Ich fühle mich verpflichtet, demselben für das rege, wohlwollende Interesse, welches er mir während der ganzen Dauer meiner Arbeit stets bezeigt hat, sowie für die freundlichen Rathschläge, welche er mir jeder Zeit zu Theil werden liess, hier öffentlich meinen Dank auszusprechen.

Jena im Januar 1875.

Die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten.

Von

Carl Rabl,

stud. med. aus Wels in Ober-Oesterreich.

(Hierzu Taf. VII—IX.)

„Jedes Sein wird nur durch sein Werden erkannt."

Die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung ist vor Allem die Anwendung der „Gastraea-Theorie" auf die Mollusken und speciell auf die Gastropoden. Nebstdem sollen namentlich diejenigen Formveränderungen der Embryo, welche allem Anscheine nach eine grössere phylogenetische Bedeutung besitzen, sorgfältig auseinander gesetzt und gehörig gewürdigt werden.

Die Beobachtungen wurden angestellt an folgenden Species: Limnaeus ovatus, Physa hypnorum und fontinalis, Planorbis carinatus und marginatus, Ancylus lacustris und fluviatilis.

Eine Aufführung der über die Entwickelungsgeschichte der Gastropoden und im Besonderen der Süsswasser-Pulmonaten bisher erschienenen Arbeiten halte ich hier für unnöthig, weil ohnedies die Mehrzahl derselben im Laufe des Textes angeführt werden wird.

I. Beschreibung der Entwickelungsvorgänge.

A. Vom Beginn der Entwickelung bis zur Bildung der Gastrula.

Die Lungenschnecken des Süsswassers legen ihre Eier, zu Laichen verbunden, an Steine, Pflanzen oder andere im Wasser befindliche Gegenstände. Die Laiche haben bei den verschiedenen Gattungen ein verschiedenes Aussehen: bei Limnaeus sind sie langgestreckt oder wurstförmig und die Eier liegen ganz unregelmässig in mehreren Schichten übereinander (Taf. VII, Fig. 1 *A*); bei Physa zeigen Laiche und Eier nahezu dasselbe Verhalten (Fig. 1 *B*); bei Planorbis sind die Laiche flach tellerförmig und die Eier

liegen in einer einzigen Schicht dicht neben einander (Fig. 1 *C*); bei Ancylus endlich haben die Laiche eine kugelige bis eiförmige Gestalt und die Eier liegen ordnungslos über und neben einander (Fig. 1 *D*). Die Zahl der in einem Laiche enthaltenen Eier ist gleichfalls sehr verschieden; im Ganzen ist sie bei Limnaeus am grössten, bei Ancylus am geringsten. Aber selbst bei einer und derselben Art unterliegt sie sehr bedeutenden Schwankungen; so kann sie beispielsweise bei Limnaeus das eine Mal kaum zehn betragen, während sie ein anderes Mal fast hundert erreicht.

Auch Form und Grösse der Eier unterliegen mannigfachen Verschiedenheiten. Die Form ist gewöhnlich länglichrund, erleidet jedoch bei Planorbis durch den gegenseitigen Druck der dicht an einander gedrängten Eier verschiedene Modificationen. Die Grösse ist am bedeutendsten bei Physa hypnorum, wo der Längendurchmesser 1,75 Mm. und der Dickendurchmesser 1,4 Mm. beträgt; etwas kleiner sind die Eier von Physa fontinalis und Limnaeus ovatus mit einer Länge von 0,9 Mm. und einer Dicke von 0,75 Mm.; darauf folgen die Eier von Planorbis mit einer Länge von ungefähr 0,8 Mm. und einer Dicke von 0,7 Mm.; am geringsten ist die Grösse der Eier von Ancylus, wo die Länge 0,75 Mm. und die Dicke 0,55 Mm. beträgt.

Jedes Ei ist aus drei Bestandtheilen zusammengesetzt: erstens aus dem eigentlichen Keim oder der Eizelle, dem „primitiven Ei" der Autoren; zweitens aus einer die Eizelle umhüllenden, klaren, zähflüssigen Eiweissmasse; und drittens aus einer, diese nach aussen begrenzenden, durchsichtigen, doppelten Membran. Die Zusammensetzung der letzteren aus zwei getrennten Häutchen ist sehr deutlich an den Eiern von Physa (Taf. VII Fig. 3 *e*, *i*) und Ancylus, dagegen gänzlich verwischt und unkenntlich an den Eiern von Limneaus (Taf. VII Fig. 2) und Planorbis. Hier sind wahrscheinlich die beiden Häutchen so innig an einander gedrückt oder aber so fest mit einander verwachsen, dass die Eiweissmasse nur von einer einzigen Membran umgeben zu sein scheint; bei Physa und Ancylus dagegen stehen dieselben so weit von einander ab, dass man sie entweder ohne weiteres (bei Physa) oder nach dem Zerdrücken des Eies (bei Ancylus) deutlich von einander zu unterscheiden vermag.

Der wichtigste Bestandtheil des Eies ist selbstverständlich die Eizelle; von ihr allein geht die ganze folgende Entwickelung aus. Ihre Grösse beträgt 0,10—0,11 Mm. und ist nur bei Ancylus etwas geringer (0,08 Mm.). Jede Eizelle besteht aus einem trüben, un-

durchsichtigen Dotter und einem kleinen, in diesem enthaltenen Keimbläschen (Taf. VII Fig. 4). Eine Dotterhaut ist nicht vorhanden und es dürfte daher streng genommen das „primitive Ei" nur als eine Urzelle oder Gymnocyta bezeichnet werden[1]). Da jedoch nach den Untersuchungen von Karsch[2]) am Ei der Zwitterdrüse unzweifelhaft eine Membran vorhanden ist und dieselbe offenbar erst später von dem umgebenden Eiweiss aufgelöst wurde, so glauben wir die Bezeichnung des „primitiven Eies" als Eizelle beibehalten zu sollen.

Bei der nun folgenden Darstellung der Entwickelungsvorgänge werden wir uns hauptsächlich an die Entwickelung von Limnaeus ovatus halten, jedoch beständig auf die Entwickelung der übrigen Süsswasser-Pulmonaten Rücksicht zu nehmen bestrebt sein.

Obwohl die allerersten Vorgänge der Entwickelung durch frühere Beobachtungen (namentlich durch diejenigen Lereboullet's[3])) ziemlich genau bekannt sind, wollen wir der Vollständigkeit halber dennoch eine kurze Darstellung derselben zu geben versuchen. — Alle competenten Beobachter stimmen darin überein, dass das Keimbläschen bald nach der Befruchtung verschwinde und erst unmittelbar vor dem Beginn der Dotterfurchung wieder zum Vorscheine komme. Es theilt sich dann alsbald in zwei gleiche Hälften, um welche herum sich der Dotter in kugeligen Ballen zusammenzieht (Taf. VII Fig. 5). Durch diese Contraction des Dotters treten aus seiner Flüssigkeit einige kleine Bläschen von 0,015—0,02 Mm. Durchmesser aus, welche sich vom Dotter durch ihre grosse Durchsichtigkeit unterscheiden und von Fr. Müller[4]) den Namen „Richtungsbläschen" erhalten haben (Taf. VII Fig. 5 *r*). Diese zeigen sich, wie auch Gegenbaur[5]) in Beziehung auf die Landgastropoden angibt, immer an denjenigen Stellen, wo später eine

1) Desgleichen fehlt nach Leydig dem Ei von Paludina vivipara und nach Vogt dem Ei von Actaeon die Dottermembran. Nach Ecker soll sie auch dem Ei von Limax fehlen; Gegenbaur schreibt diesem jedoch eine Membran zu und führt an, dass sie „besonders durch längere Einwirkung von Wasser deutlich erkennbar" werde.

2) Anton Karsch, Die Entwickelungsgeschichte des Limnaeus stagnalis, ovatus und palustris. Archiv für Naturgeschichte, 1846.

3) Lereboullet, Recherches d'Embryogenie comparée sur le développement de la Truite, du Lézard et du Limnée. 3me Partie: Embryologie du Limnée des étangs (Limnaeus stagnalis). Annales des Sciences nat. XVIII, 1862.

4) Wiegmann's Archiv 1848, 1. Heft.

5) C. Gegenbaur, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landgastropoden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, III. Bd. 1852.

Einschnürung des Dotters erfolgt. Ihre Zahl wechselt, ist jedoch nie sehr bedeutend; in den meisten Fällen beträgt sie zwei, wobei gewöhnlich das zuerst ausgetriebene Bläschen grösser ist, als das andere. Anfangs stehen sie mit dem gefurchten Dotter in Zusammenhang, später jedoch reissen sie von diesem ab und bleiben als bedeutungslose Körperchen im Eiweiss liegen. Auf ihre muthmaassliche Bedeutung werden wir später zu sprechen kommen.

Der Furchungsprocess geht unterdessen in der Weise von statten, dass jede der beiden bereits gebildeten Furchungskugeln in zwei gleiche Hälften zerfällt, wobei abermals die Theilung der Kerne jener des Dotters vorangeht (Taf. VII Fig. 6). Jede der dadurch entstandenen vier gleich grossen Furchungskugeln spaltet sich darauf in zwei ungleiche Theile, so dass vier grosse und vier kleine Zellen zum Vorscheine kommen (Taf. VII Fig. 7). Diese sind in der Weise gelagert, dass die vier grossen Zellen den einen, die vier kleinen den anderen Pol des Eies einnehmen (Taf. VII Fig. 8). Die Furchung schreitet nun in der Weise weiter fort, dass sich die grossen Furchungskugeln rascher und öfter theilen, als die kleinen, so dass schliesslich alle Zellen ungefähr die gleiche Grösse besitzen. Der dadurch zu Stande gekommene Zellenhaufen ist die Morula; ihr Durchmesser beträgt 0,11 Mm., die einzelnen Zellen messen 0,020—0,025 Mm.

Bald nach ihrer Bildung höhlt sich die Morula von innen her aus, so dass ihre Zellen an die Peripherie treten und eine rundliche Höhle, die Baer'sche oder Furchungshöhle umschliessen. Die dadurch zu Stande gekommene kugelige Blase ist die Keimhautblase oder Blastosphaera (Taf. VII Fig. 9). Diese flacht sich bald darauf sehr bedeutend ab und lässt an einer Stelle eine grubenförmige Vertiefung erkennen (Taf. VII Fig. 10 *a*), welche immer weiter schreitet und schliesslich zu einer vollständigen Einstülpung der Blase führt. Sehr häufig bemerkt man, dieser Einstülpung gegenüber, an der entgegengesetzten Wand der Blase eine entsprechende Hervorwölbung (Fig. 10 *v*), die aber später, wenn die Einstülpung ganz vollendet ist, wieder verschwindet. Die ursprüngliche Furchungshöhle wird während dieser Vorgänge immer mehr und mehr verdrängt, bis sie schliesslich gänzlich verschwindet.

Aus der anfänglich einschichtigen Keimhautblase ist auf diese Weise ein zweischichtiger Körper entstanden, welcher im Inneren eine Höhle besitzt, die mittelst einer Oeffnung nach aussen mündet (Taf. VII Fig. 11). Die beiden Zellenschichten sind anfangs fast völlig gleich; bald tritt jedoch eine Verschiedenheit zwischen bei-

den auf, indem die Zellen der äusseren Schicht sich etwas in die Länge strecken und dabei durchsichtiger werden, als jene der inneren Schicht. Gleichzeitig statten sie sich an ihren nach aussen gerichteten Enden mit kurzen Flimmerhäärchen aus, durch deren schwingende Bewegungen das kleine kugelige Körperchen im Eiweiss zu rotiren beginnt.

Dieses Gebilde ist die Gastrula. Ihr Durchmmesser beträgt 0,13 Mm.; die Zellen der äusseren Schicht oder des Exoderms messen 0,0075—0,01 Mm., jene der inneren Schicht oder des Entoderms 0,015 Mm. Die von den beiden Zellenschichten umschlossene Höhle ist die primitive Darmhöhle, der Urdarm oder — wie wir sie im Gegensatze zu dem später zu erwähnenden secundären Darme nennen können — der primäre Darm; die Oeffnung der Höhle ist der Urmund oder das Prostom.

Die beiden Zellenschichten der Gastrula sind, wie Haeckel[1]) in seiner „Gastraea-Theorie" nachgewiesen hat und wie wir im weiteren Verlaufe der Entwickelung sehen werden, als die beiten primären Keimblätter anzusehen, von denen alle weiteren Bildungen des Embryo durch fortgesetzte Zelltheilung und Differenzirung ihren Ursprung nehmen. Die äussere Zellenschicht oder das Exoderm haben wir demnach als das äussere oder animale Keimblatt, die innere oder das Entoderm als das innere oder vegetative Keimblatt aufzufassen. Wir werden in der Folge sehen, wie leicht und ungezwungen sich diese Auffassungsweise auf die Entwickelung der Gastropoden anwenden lässt und wie sehr dieselbe unser Verständniss von der Bildung der verschiedenen Organe erleichtert.

Ganz dieselbe Art und Weise der Furchung und denselben Bildungsmodus der Gastrula habe ich auch bei Physa, Planorbis und Ancylus beobachtet und bin daher wohl berechtigt, diese Entwickelungsvorgänge als allen Süsswasser-Pulmonaten gemeinsame zu betrachten. Ausserdem habe ich anch Gelegenheit gehabt, die Gastrula an einer Kiemenschnecke (Paludina impura) zu beobachten. Der erste Naturforscher, welcher die Gastrula bei der Entwickelung einer Schnecke (Limnaeus stagnalis) beobachtete, ist Lereboullet; Ray-Lankester[2]) gibt an, sie bei Limax, Arion und

---

1) Ernst Haeckel, Die Gastraea-Theorie, die phylogenetische Classification des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. VIII. Band, 1. Heft. 1874.

2) Ray-Lankester, On the primitive cell-layers of the embryo as the basis

Atlanta gefunden zu haben. Demselben Forscher ist es auch gelungen, die Gastrula an einer Muschel (Pisidium) zu beobachten. In einer kürzlich erschienenen Abhandlung veröffentlicht endlich noch KOWALEVSKY die Beobachtung derselben bei den Brachiopoden.

Damit schliesst aber offenbar die Reihe der Mollusken, die während ihrer Entwickelung die Gastrula durchlaufen, nicht ab. Wir dürfen vielmehr mit der grössten Zuversicht erwarten, dass sich dieselbe mit jeder neuen Beobachtung vergrössern und die Gastrula selbst immer mehr als allgemeiner Entwickelungszustand der Mollusken sich herausstellen werde. —

Es wird wohl gerechtfertigt erscheinen, über die rotirende Bewegung des Embryo, welche die ersten Beobachter der Entwickelung der Gastropoden so sehr entzückte, dass sie darüber fast alles Andere vergassen, einige Worte zu sagen. Bevor man die wahre Ursache dieser Erscheinung erkannt hatte, hielt man sie für den bei weitem wichtigsten und bedeutungsvollsten Vorgang während der ganzen Entwickelung. Der erste Naturforscher, der dieselbe an Weichthierembryonen beobachtete, war LEEUWENHOOK; später machten Ev. HOME und BAUER dieselbe Beobachtung. Darauf scheint dieses Phänomen wieder ganz in Vergessenheit gerathen zu sein. Erst im Anfange unseres Jahrhunderts machte STIEBEL [1]) wieder darauf aufmerksam; nach ihm beobachteten C. G. CARUS [2]), DUMORTIER [3]) und JACCQUEMIN [4]) dieselbe Erscheinung. Keiner von ihnen vermochte jedoch eine genügende Erklärung derselben zu geben;

---

of genealogical classification of animals, and on the origin of vascular and lymph systems. Annals and Magazine of natural history. May 1873.

1) STIEBEL, Dissertatio Limnaei stagnalis anatomen sistens. Göttingae 1815. MECKEL's deutsches Archiv für Physiologie. II. Bd. 4. Heft, 1816.

2) C. G. CARUS, Von den äusseren Lebensbedingungen der weiss- und kaltblütigen Thiere. Leipzig 1824.

Derselbe, Neue Beobachtungen über das Drehen des Embryo im Ei der Schnecken. Nova acta acad. Leop. Carol. T. XIII, 2, 1827.

3) DUMORTIER, Memoire sur l'embryogénie des Mollusques gastéropodes. Bruxelles 1837. (Extrait du tome X des Memoires de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles). Derselbe misst dieser Erscheinung eine so grosse Bedeutung zu, dass er sie zum Eintheilungsprincip der Entwickelungsgeschichte der Gastropoden erhebt; demnach theilt er dieselbe ein in ein Stadium der Trägheit (inertie) und in ein Stadium der Beweglichkeit (motilité).

4) E. JACCQUEMIN, Vorläufiger Bericht meiner Untersuchungen über die Entwickelung von Planorbis corneus und Limnaeus palustris. Isis 1834.

Derselbe, Recherches anatomiques et physiologiques sur le développement des êtres organisés. I. Mémoire contenant l'histoire du developpement du Planorbis corneus. Nova acta acad. Leop. Carol. Vol. XVIII, 1838.

man gefiel sich darin, die Bewegungen des Embryo mit den kosmischen Bewegungen der Planeten um die Sonne zu vergleichen und zu ihrer Erklärung electro-galvanische Kräfte zu Hülfe zu nehmen[1])! Erst KARSCH erkannte die wahre Ursache der Rotationsbewegungen in den Schwingungen feiner, über den ganzen Körper verbreiteter Cilien.

Die Flimmerhaare sind anfangs ausserordentlich kurz und zart und es gelingt daher nur mit grosser Mühe und Ausdauer, sie deutlich zu Gesicht zu bekommen; sie nehmen allmählich an Länge zu, so dass sie schliesslich schon bei ganz schwachen Vergrösserungen sichtbar werden. Die Rotationsbewegungen finden, wie schon KARSCH ganz richtig angibt und auch GEGENBAUR in Beziehung auf die Landgastropoden bemerkt, nicht immer regelmässig und in derselben Richtung statt, sondern sind bald langsamer, bald schneller, stehen wohl auch bisweilen ganz still, um nach einiger Zeit — vielleicht nach einer anderen Richtung — wieder zu beginnen.

B. Von der Gastrula bis zum Ende der embryonalen Entwickelung.

Die Gastrula erleidet bald nach ihrer Bildung wesentliche Veränderungen. Das Exoderm löst sich am blinden Körperende von dem darunter liegenden Entoderm ab und tritt wie ein Bruchsack aus dem übrigen Körper des Embryo hervor (Taf. VII Fig. 12); seine Zellen erleiden dadurch nothwendig eine beträchtliche Zerrung in die Länge und Breite, während sie gleichzeitig an Dicke sehr bedeutend abnehmen (Taf. VII Fig. 12 u. 13 *e'*; Fig. 15). In ihrem Inneren lassen sie einen grossen Kern mit scharf contourirtem Kernkörperchen erkennen (Fig. 15 *k*); ihr Protoplasma ist deutlich körnig und umschliesst zahlreiche Fetttropfen von verschiedener Grösse (Fig. 15 *f*); eine Zellmembran ist noch nicht zur Abscheidung gekommen.

Bald nach diesem eigenthümlichen Hervorwachsen des Exoderms macht sich am vorderen Körpertheil des Embryo eine seichte quere Einschnürung bemerkbar, wodurch der Embryo eine unverkennbare Aehnlichkeit mit einer dreigliederigen Würmerlarve bekömmt (Taf. VII Fig. 13).

1) JACCQUEMIN sagt darüber: „La cause fondamentale de ce phénomène de vibration est une force electro-galvanique, qui établit par suite de l'hétérogéneité des diverses substances du corps de l'animal d'une part et du milieu ambiant d'autre“.

Zu derselben Zeit entwickelt sich symmetrisch zu beiden Seiten des Körpers zwischen Exoderm und Entoderm eine dritte Zellenschicht, die anfangs nur aus einer geringen Anzahl von Zellen besteht, bald jedoch an Umfang sehr bedeutend zunimmt. Dies ist das Mesoderm oder mittlere Keimblatt (Taf. VII Fig. 12, 13, 14 *m*; Taf. IX Fig. 31 *m*). Seine Zellen leiten ihre Entstehung wahrscheinlich von den unmittelbar anliegenden Zellen des Exoderms ab und das Mesoderm scheint demnach als ein Spaltungsproduct des Exoderms aufgefasst werden zu müssen. Dies geht erstens aus dem Umstande hervor, dass die Mesoderm-Zelleu an Querschnitten fast regelmässig an den Exoderm-Zellen hängen bleiben, während sie sich vom Entoderm meist in ihrer ganzen Ausdehnung ablösen (Taf. IX Fig. 31); zweitens bildet sich, wie wir später sehen werden, die Leibeshöhle oder das Coelom zwischen dem mittleren und inneren Keimblatte, und es müsste daher, wenn jenes aus diesem sich entwickelte, eine Ablösung desselben vom Entoderm und eine Hinüberwanderung an das Exoderm angenommen werden — was gewiss nicht gerechtfertigt wäre; endlich drittens ist noch zu bemerken, dass bei gewissen, später nach genauer zu besprechenden Missbildungen, bei denen das Entoderm bis auf einige wenige Zellen gar nicht zur Entwickelung gelangt, das Mesoderm fast regelmässig in der normalen Dicke und Mächtigkeit vorhanden ist. — Eine Ableitung des Mesoderms von einigen wenigen, genau bestimmten Zellen eines der beiden primären Keimblätter, wie dieselbe an Embryonen von Lumbricus möglich ist [1]), ist bei den Süsswasser-Pulmonaten wegen der grossen Undurchsichtigkeit der Embryonen während der ersten Zeit ihrer Entwickelung ganz unmöglich [2]).

Bald nach der Bildung der Uranlage des Mesoderms schliesst sich die Mundöffnung der Gastrula und verschwindet (Taf. VIII Fig. 17). Die anscheinend dreigliederige Embryonal-Form rundet sich etwas ab und der durch das Hervorwachsen des Exoderms entstandene leere Raum wird allmählich durch die hineinwuchernden Zellen des Entoderms und Mesoderms ausgefüllt (Taf. VIII Fig. 16—20 *c*). Sodann macht sich an der einen Seite des Embryo eine seichte grubenförmige Vertiefung des Exoderms bemerk-

1) Kowalevsky, Embrologische Studien an Würmern und Arthropoden. Petersburg 1871.

2) Hoffentlich wird es gelingen, an Embryonen mariner Gastropoden die Beziehungen des Mesoderms zu den beiden primären Keimblättern bestimmt festzustellen.

bar, welche sehr rasch an Grösse zunimmt und sich alsbald als die bleibende, secundäre Mundöffnung zu erkennen gibt (Taf. VIII Fig. 17—20 *M*). Von einem Zusammenhange derselben mit der primären Mundöffnung der Gastrula kann gar keine Rede sein. — Einige Zeit später entsteht an der entgegengesetzten Seite des Embryo eine zweite, etwas seichtere Vertiefung des Exoderms, welche zur Bildung des Afters führt (Taf. VIII Fig. 19, 20 *A*). Obschon es mir nie gelungen ist, eine Umbildung der ursprünglichen Gastralöffnung in den After zu beobachten, so muss ich dennoch zugeben, dass eine solche leichter möglich wäre, als eine Umbildung derselben in die secundäre Mundöffnung; meine oft und oft wiederholten Beobachtungen haben jedoch auch darüber regelmässig negative Resultate ergeben. Uebrigens scheint auch die Zeit der Entstehung des Afters gegen einen Zusammenhang desselben mit der Gastralöffnung zu sprechen; denn es ist nicht abzusehen, warum man den After, falls derselbe aus der Gastralöffnung entstünde, nicht schon vor der Bildung der secundären Mundöffnung wahrnehmen sollte.

Mittlerweile haben sich die Entoderm-Zellen durch rasch fortgesetzte Theilung sehr bedeutend vermehrt und die ursprüngliche Gastralhöhle schiesslich ganz verdrängt (Taf. VIII Fig. 17—21; Taf. IX Fig. 31). Neben den grossen Entoderm-Zellen, welche zu dieser Zeit 0,03—0,04 Mm. messen, sind während dieser Theilung zahlreiche kleine von 0,01 Mm. Durchmesser aufgetreten; zwischen beiden finden sich anfangs mannigfache Uebergänge. Die Lagerung dieser Entoderm-Zellen ist eine sehr bestimmte und regelmässige: während die kleinen nach innen zu liegen, sind die grossen gegen die Peripherie des Entoderm-Zellenhaufens angeordnet (Taf. IX Fig. 32). Mit dieser Theilung des Entoderms in zwei verschiedene Zellen-Arten ist zugleich die erste Differenzirung des Entoderms eingeleitet. Während nämlich die grossen, nach aussen gelegenen Entoderm-Zellen auch noch im weiteren Verlaufe der Entwickelung an Grösse zunehmen, sodann ihre Theilungsfähigkeit verlieren und zu „Nahrungszellen“ herabsinken, behalten die kleinen, innen gelegenen Entoderm-Zellen während der ganzen Entwickelung ihre Theilungsfähigkeit bei und nehmen dabei sehr rasch an Zahl zu. Wir haben demnach am Entoderm von nun an zwei Theile zu unterscheiden: einen äusseren, aus grossen theilungsunfähigen Zellen bestehenden und einen inneren, aus kleinen theilungsfähigen Zellen bestehenden Theil; jener bildet sich später zum Nahrungsdotter aus, dieser

dagegen spaltet sich, wie wir sehen werden, in zwei getrennte Blätter, welche sich zu den beiden inneren secundären Keimblättern entwickeln. —

Einige Zeit nach der Bildung der Mund- und Aftereinstülpung weichen die kleinen, nach innen gelegenen Entoderm-Zellen in der Mitte aus einander, so dass ein Hohlraum gebildet wird, in den sie mit ihren freien, halbkugeligen Enden hineinragen. Dieser Raum ist die Anlage des bleibenden, secundären Darmkanales. Er ist nach allen Seiten vollkommen geschlossen und steht demnach weder mit der Mundhöhle noch mit dem After in Verbindung (Taf. VIII Fig. 22—24 *D*). Die ihn begrenzenden Zellen nehmen allmählich durch den gegenseitigen Druck langgestreckte Formen an und bekommen dadurch das Aussehen von Cylinderzellen. In ihrem Verhalten gegen chemische Reagentien und Färbemittel zeigen sie eine ausserordentliche Aehnlichkeit mit den Zellen des Exoderms.

Von allen diesen Verhältnissen kann man sich am besten überzeugen, wenn man Quer- und Längsschnitte durch solche Embryonen verfertigt. Dabei kann man überdies noch die interessante Beobachtung machen, dass die Einstülpung, welche zur Bildung der Mundhöhle führt, schon zu einer sehr frühen Zeit, nämlich schon vor der Bildung der secundären Darmhöhle, ein kleines nach hinten und oben gerichtetes Divertikel besitzt, in dem sich später die Radula bildet (Taf. VIII Fig. 21 *d*; Taf. IX Fig. 32).

Was nun die weitere Ausbildung des Darmkanales betrifft, so ist zu erwähnen, dass sowohl die Bildung der Speiseröhre, wie des Enddarmes, von dem angeführten Hohlraume, dem secundären Darmkanal, ausgeht. Indem sich nämlich dieser nach vorne gegen die Mundhöhle hin verlängert, gibt er der Speiseröhre die Entstehung, und, indem er sich gegen die Afterhöhle erstreckt, veranlasst er die Bildung des Enddarmes. Die Zwischenwände, welche Mund- und Afterhöhle von der secundären Darmhöhle trennen, schwinden erst auf einer viel späteren Stufe der Entwickelung.

Bei oberflächlicher Betrachtung scheint das Entoderm durch das Auseinanderweichen seiner Zellen während der Bildung der secundären Darmhöhle in zwei getrennte Zellenhaufen zu zerfallen (Taf. VIII Fig. 23—25); diese Trennung ist jedoch, wie man sich an Längs- und Querschnitten leicht überzeugen kann, keine vollständige und durchgreifende, sondern es nehmen vielmehr beide Zellenhaufen in gleicher Weise Antheil an der Bildung des Darmkanales.

Auf die weiteren Umbildungen und Veränderungen des gesammten Verdauungsapparates, namentlich auf die Bildung des Darmfaserblattes, werden wir, da diese Vorgänge einer späteren Entwickelungsstufe angehören, an geeigneter Stelle zu sprechen kommen.

Mit Rücksicht auf die früheren Beobachter ist nur hervorzuheben, dass bereits Dumortier ganz richtig erkannt hatte, dass sich der Darm zwischen den beiden angeführten Zellenhaufen des Entoderms entwickele, während Karsch, der die Entwickelung von Limnaeus mehr als zehn Jahre später beobachtete, gar nichts Vernünftiges über die Bildung dieses Organes zu sagen wusste. Der Wahrheit am nächsten ist unstreitig Lereboullet gekommen.

Ganz dieselbe Art der Bildung einer anscheinend dreigliederigen Embryonal-Form, sowie dieselbe Entwickelungsweise des Darmkanales habe ich auch bei Physa, Planorbis und Ancylus beobachtet. Das eigenthümliche Hervorwachsen des Exoderms am blinden Körperende des Embryo findet sich nach meinen Untersuchungen auch an den Embryonen von Paludina impura. —

In demselben Maasse, als der Embryo an Grösse zunimmt, gewinnt er auch an Durchsichtigkeit und Klarheit; es ist dies einfach die Folge der gleichmässigen Vertheilung der undurchsichtigen Dottermasse auf eine grössere und im steten Wachsthume begriffene Zellenmenge bei gleichzeitiger Aufnahme von klarem, durchsichtigem Eiweiss aus der unmittelbaren Umgebung. Die Durchsichtigkeit des Embryo nimmt so lange zu, als noch kein Pigment zur Ablagerung gekommen ist; sobald sich dieses einmal an verschiedenen Körper-Stellen bemerkbar macht, erleidet auch die Durchsichtigkeit daselbst eine beträchtliche Einbusse. — Was die Veränderungen der äusseren Körperform des Embryo, namentlich die Umbildung der kugeligen Form in eine mehr langgestreckte, betrifft, so sind dieselben am besten aus den beigegebenen Figuren zu ersehen (Taf. VIII Fig. 17—22). Interessant ist die allmählige Bildung des Fusses, der sich aus einem stumpfen, nach hinten und unten gerichteten Fortsatz am Vordertheil des Körpers entwickelt (Taf. VIII Fig. 19—22 *P*). Später macht sich auch der Kopf durch das Auftreten von Sinnesorganen erkennbar.

Das Exoderm, welches anfangs in Form eines einfachen Flimmerepithels den ganzen Körper des Embryo gleichmässig überzog, zeigt um diese Zeit am hinteren Körperende in der Umgebung des Afters eine sehr bedeutende Dickenzunahme, welche als die Folge des bedeutenden Längenwachsthums seiner Zellen anzusehen ist.

Diese erreichen nämlich hier eine Länge von 0,025 Mm., während sie am übrigen Körper mit Ausnahme der Unterseite des Fusses wo sie 0,015 Mm. messen, kaum halb so lang werden (Taf. VIII Fig. 21). Von der dadurch zu Stande gekommenen ovalen Verdickung des Exoderms geht später die Bildung des Flimmerwulstes aus, welcher allmählich nach vorne wächst und den Rand des Mantels bezeichnet (Taf. VIII Fig. 22—25 *fw*).

Um dieselbe Zeit bemerkt man bei sehr genauer Beobachtung am Vorderende des Körpers einen schmalen, über die Umgebung etwas erhabenen Streifen, welcher sich unmittelbar vor der Mundöffnung erhebt, zu beiden Seiten des Körpers verläuft und sich dann gegen den Rücken wendet, um sich dabei allmählich zu verlieren (Taf. VIII Fig. 20 *V*). Derselbe ist aus Flimmerzellen zusammengesetzt und besitzt anfangs eine sehr bedeutende Ausdehnung; im weiteren Verlaufe der Entwickelung nimmt er jedoch allmählich an Grösse ab, wird darauf immer undeutlicher und verschwindet schliesslich gänzlich. Sein Verlauf, sowie sein späteres Verhalten zu den Fühlern und Augen lassen uns nicht verkennen, dass wir es hier mit einem rudimentären Velum zu thun haben. Es wurde dasselbe bisher von allen Beobachtern vollständig übersehen; dies lässt sich zum Theil dadurch entschuldigen, dass man es nur sehr schwierig und unter besonders günstigen Umständen klar und deutlich zu Gesicht bekömmt. — Ebenso wie bei Limnaeus findet sich auch bei Physa und Ancylus ein rudimentäres Velum; bei Planorbis ist dasselbe fast ganz verloren gegangen. — Wir werden später noch Gelegenheit haben, auf die hohe phylogenetische Bedeutung dieses Organes zurück zu kommen.

Höchst wichtig und interessant ist die Art und Weise der Entstehung des Nerven-Systems. Bald nach der Bildung des Velum bemerkt man auf beiden Seiten des Körpers eine nach vorne gerichtete Einstülpung des Exoderms, welche allmählich gegen die obere Seite des Schlundes hinwächst und dort mit einer kolbenförmigen Verdickung endigt (Taf. VIII Fig. 20—23, *N*, gg_1, *gg*; Taf. IX Fig. 38). Die beiden auf diese Weise zu Stande gekommenen Anschwellungen, welche anfangs nur aus einer geringen Anzahl deutlich kernhaltiger Zellen bestehen, stellen augenscheinlich die ersten Anlagen der beiden Knoten des oberen Schlundganglions dar. Dieselben entstehen demnach, wie schon Lereboullet ganz richtig angegeben hatte, ursprünglich getrennt und unabhängig von einander. Die genaue Verfolgung der beiden genannten Stränge ist nur an ganz besonders günstigen

Exemplaren möglich und erfordert sehr viel Mühe und Zeit. Die Stränge selbst sind anfangs während ihres ganzen Verlaufes hohl; später scheinen sie zu einfachen Hautnerven herabzusinken. Sie haben eine Länge von 0,15 Mm. und ihre Dicke nimmt von aussen nach innen allmählich ab; in der Nähe der Haut beträgt dieselbe 0,012 Mm., in der Nähe der Ganglien-Knoten dagegen nur 0,0055 Mm. Die beiden Knoten des oberen Schlundganglions wachsen später mit ihren Innenrändern gegen einander und bilden dann eine zusammenhängende Masse, an der man noch die Zusammensetzung aus zwei ursprünglich getrennt von einander entstandenen Theilen mit Leichtigkeit erkennen kann.

Ueber die Bildung des Visceralganglien-Paares habe ich nichts Bestimmtes beobachten können. Bald nach der Bildung der beiden zur oberen Seite des Schlundes hinführenden Stränge bemerkt man an den Anfangstheilen derselben zwei nach vorne und unten gerichtete Einstülpungen, welche ein ganz ähnliches Aussehen, wie die beiden früher genannten, besitzen (Taf. VIII Fig. 20 u. ff. vg_1; Taf. IX Fig. 38). Leider ist es mir nie gelungen, ihre Endigungsweise genau wahrzunehmen; trotz mancher Analogien und Uebereinstimmungen, die sie mit den beiden anderen Strängen darbieten, zeigen sie doch andererseits einige nicht unbedeutende Abweichungen und Verschiedenheiten von denselben. Um ihre wahre Bedeutung festzustellen, werden daher noch wiederholte Untersuchungen nöthig sein.

Was endlich die Bildung des dritten Ganglienknoten-Paares, des Fussganglions, betrifft, so entstehen auch hier die beiden Knoten getrennt und unabhängig von einander; die Art und Weise ihrer Entstehung ist jedoch von jener des oberen Knoten-Paares verschieden. Während sich nämlich beim oberen Schlundknoten-Paare wahrscheinlicher Weise die beiden Knoten durch Einstülpung der äusseren Haut bilden, entstehen sie hier ganz sicher durch Verdickung derselben. Die beiden unter der äusseren Zellenschichte gelegenen, verdickten Theile des Exoderms lösen sich sodann von dieser ab und rücken allmählich gegen die untere Seite des Schlundes hin. Daselbst angelangt, wachsen sie mit ihren Innenrändern gegen einander, verschmelzen und bilden auf diese Weise das untere Schlundknoten-Paar (Vgl. Taf. VIII Fig. 23). Die Commissuren, welche die einzelnen Ganglienknoten-Paare unter einander verbinden, entstehen erst dann, wenn der Embryo bereits mit allen Sinnesorganen ausgerüstet ist und also schon eine viel höhere Stufe der Organisation erreicht hat.

Der Erste, der die beiden, zur oberen Seite des Schlundes hinführenden Stränge gesehen hat, war Stiebel; er hat sie jedoch in irriger Weise gedeutet. Er sagt darüber: „Am dreizehnten bis vierzehnten Tage sieht man da, wo das Kopfende zuerst aus der Bläschenkugel tritt, zwei aus einer grösseren Blasenreihe bestehende, ligamentähnliche Stränge, die dem Kopfe anhängen, und diese beiden Perlschnurähnlichen Stränge sind auf der linken Seite des Thieres der Anfang des Oesophagus, auf der rechten des Mastdarms“ [1]). Ueber die eigentliche Bildung des Nerven-Systems hat Stiebel nach seiner eigenen Aussage nichts beobachten können. Seit dieser Zeit wurden die beiden Zellenstränge von Niemandem mehr gesehen; C. G. Carus und Karsch geben an, vergeblich nach ihnen gesucht zu haben; später scheint die Sache wieder gänzlich in Vergessenheit gerathen zu sein. —

Auffallend ist es, dass fast alle Beobachter der Entwickelung der Gastropoden angeben, es entstehe das untere Schlundknoten-Paar schon geraume Zeit vor dem oberen; ja die meisten wissen überhaupt über die Zeit der Entstehung des letzteren gar nichts zu sagen. Diese Angaben beruhen ganz gewiss auf einer Täuschung, welche durch die verschiedene Beschaffenheit der beiden Ganglienknoten-Paare selbst bedingt wird. Das untere Schlundganglion ist nämlich nicht blos sehr bedeutend grösser als das obere, sondern auch undurchsichtig und gelblich gefärbt, während das obere ganz farblos und anfangs stark durchscheinend ist. Auch ich war so lange unklar über die Zeit der Entstehung der beiden Knoten-Paare, als ich noch nicht die zwei, zur oberen Seite des Schlundes hinführenden Zellenstränge aufgefunden hatte.

Dieselben Stränge und dieselbe Art der Entstehung des Fussknoten-Paares habe ich auch bei den anderen Süsswasser-Pulmonaten beobachtet.

Von den Sinnesorganen machen sich zuerst die Fühler als zwei kleine, stumpfe Erhebungen am vorderen Theile des Körpers innerhalb des rudimentären Velum bemerkbar. Sie sind aussen von flimmernden Exoderm-Zellen überzogen und bestehen innen aus Zellen des Mesoderms. Während der weiteren Entwickelung nehmen sie allmählich an Grösse zu, ohne jedoch eine so bedeutende Länge zu erreichen, wie etwa bei Physa oder Planorbis (Vgl. Taf. VIII Fig. 24 — Taf. IX Fig. 26 *t*).

---

1) S. Stiebel, „Ueber die Entwickelung der Teichhornschnecke“ in Meckel's“ Deutschem Archiv für Physiologie“, II. Bd. 1816.

Bald darauf bemerkt man auch die ersten Anlagen der Augen und Gehörbläschen. Erstere entstehen an der Basis der Fühler (also auch innerhalb des rudimentären Velum) und erscheinen anfangs als kleine rundliche oder ovale Flecke, welche sich durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und ihre grosse Durchsichtigkeit von der Umgebung scharf abheben. Die hellen Flecke bestehen aus langen durchsichtigen Exoderm-Zellen und stellen somit Bildungen des äusseren Keimblattes oder Hautsinnesblattes dar. In ihrem Grunde bemerkt man schon sehr frühzeitig Pigmentflecke von blassvioletter Farbe, die allmählich grösser und dunkler werden und schliesslich eine schöne dunkel schwarzblaue Farbe annehmen. Die Ablagerung von Pigment beginnt hier ebenso wie bei den übrigen Gastropoden im Auge früher als an irgend einer anderen Körperstelle [1]). In der Mitte der beiden Pigmentflecke treten später zwei gelbliche, stark lichtbrechende, kugelige Körperchen auf, in denen wir die ersten Anlagen der Linsen erblicken. — Sehr bald nach der Ablagerung des Pigmentes, ja vielleicht gleichzeitig mit dieser, zeigt sich eine grubenförmige Vertiefung des Augenfleckes, welche allem Anscheine nach allmählich an Grösse zunimmt und schliesslich wahrscheinlich zu einer vollständigen Einstülpung mit darauf folgender Abschnürung der eingestülpten Exoderm-Zellen führt. Letzteres ergibt sich, wie es scheint, aus einem Vergleiche des in der Mitte vertieften Pigmentfleckes mit einem vollkommen ausgebildeten Schneckenauge. Aber selbst angenommen, dass ein solcher Schluss nicht gerechtfertigt wäre, bleibt es doch ganz unzweifelhaft, dass das Auge als ein Product des Exoderms angesehen werden muss. — Noch bevor sich die Anlage der Linse gebildet hat, sieht man vom oberen Schlundganglion zu jedem Auge einen Nerv abgehen, welcher vor demselben zu einem kleinen Knötchen anschwillt; durch flächenartige Ausbreitung seiner Fasern führt derselbe zur Bildung der Retina. Ob der bereits angeführte Pigmentfleck in derselben Weise wie die Chorioidea der Wirbelthiere — durch Umwandlung des eingestülpten Theiles des Nervus opticus — entstehe, müssen wir dahingestellt sein lassen. —

Die Gehörbläschen, welche ungefähr zur gleichen Zeit mit den Augen entstehen, bilden sich aus zwei zu beiden Seiten des Fusses (also ausserhalb des rudimentären Velum) gelegenen Ein-

1) In Beziehung auf Limax siehe Gegenbaur's „Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landgastropoden."

stülpungen des Exoderms und stellen somit gleichfalls **Bildungen des äusseren Keimblattes oder Hautsinnesblattes** dar. Die beiden durch Abschnürung entstandenen Bläschen sind innen mit Flimmerepithel ausgekleidet und wachsen allmählich gegen die obere Seite des unteren Schlundganglions hin (Taf. VIII Fig. 24 *o*). Sie sind anfangs ganz leer; später, nach der Bildung des Herzens, entstehen in ihnen kleine, längliche, stark lichtbrechende Krystalle, deren Zahl sehr rasch zunimmt, bis sie schliesslich den ganzen Hohlraum erfüllen. Damit erlischt zugleich die Flimmerbewegung der im Inneren der Bläschen befindlichen Wimper-Cilien, durch welche die Krystalle anfangs in beständiger zitternder Bewegung erhalten wurden. Die Otolithen sind, wie Gegenbaur ganz richtig angibt, als „Niederschläge aus der Ohrblasenflüssigkeit" anzusehen. Sie besitzen eine ungleiche Grösse und können in den beiden Gehörbläschen eines und desselben Thieres in verschiedener Anzahl entstehen; so beobachtete ich einmal in dem einen Gehörbläschen vier, in dem anderen sechs Otolithen. Es ist diese merkwürdige Thatsache schon vor längerer Zeit von Frey und Leydig an Gastropoden-Embryonen beobachtet worden. Was die weiteren Umbildungen der Wandungen der Gehörbläschen, namentlich das Verschwinden der Zellenkerne in denselben betrifft, so verweise ich auf die darüber handelnden Arbeiten Frey's [1]), Leydig's [2]) und Gegenbaur's [3]). —

Die Veränderungen der äusseren Körperform, welche der Embryo während dieser Vorgänge erleidet, beschränken sich fast ausschliesslich auf eine Grössenzunahme aller seiner Theile. Vorne treten Kopf und Fuss immer deutlicher und bestimmter hervor, während sich hinten eine bedeutende Krümmung des Körpers, der Anfang einer, allerdings noch nicht aus der Ebene heraustretenden spiraligen Windung, bemerkbar macht (Taf. VIII Fig. 22, 23). Die Flimmercilien sind um diese Zeit namentlich auf der Unterseite des Fusses und am Vordertheil des Kopfes mit Einschluss der Fühler stark entwickelt, während sie an dem bereits erwähnten **Flimmerwulste** eine neue und kräftige Ausbildung erfahren (Taf. VIII Fig. 22 *fw*). Wie bereits angeführt, nimmt dieser seine Entstehung an der flimmernden verdickten Stelle am hinteren Körperende und wächst langsam nach vorne, indem er gleichzeitig

---

1) Götting. gelehrte Anzeigen. 29, 30. St. 1845 und Froriep 1846, No. 801.

2) Leydig, Ueber Paludina vivipara. Erster Abschnitt: Von der Entwickelung der Paludina vivipara. Zeitschrift f. wiss. Zool. II. Band, 1850.

3) Gegenbaur, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landgastropoden.

den Rand des Mantels bezeichnet. Anfangs liegt er ganz dicht der Körperoberfläche an, später aber, ungefähr gleichzeitig mit der Bildung des Herzens, hebt er sich von dieser ab und gibt dadurch die Veranlassung zur Entstehung der Athemhöhle (Taf. VIII Fig. 25 *At*). Damit tritt zuerst ein selbstständiges Respirationsorgan in die Erscheinung. Die Athemhöhle vergrössert sich immer mehr und der sie bedeckende Mantel bekömmt dadurch das Aussehen einer über den Körper gezogenen Kaputze mit grösstentheils freiem Rande. Eine weitere Umbildung der Athemhöhle wird später dadurch eingeleitet, dass der Mantelrand bis auf eine einzige, kleine, auf der rechten Seite des Körpers gelegene Stelle an die Wand des Körpers anwächst; diese freie Stelle ist das Athemloch. Während diese Verhältnisse bei Limnaeus und Physa bei weiter fortschreitendem Wachsthume wegen der aus der Ebene heraustretenden spiraligen Windungen immer undeutlicher werden, treten dieselben bei Planorbis und Ancylus während der ganzen Entwickelung immer klar und deutlich zu Tage; die Athemhöhle stellt gegen das Ende des Eilebens einen weiten, durch mehrere Windungen sich erstreckenden Sack dar, den man bei Planorbis selbst noch an alten und ausgewachsenen Exemplaren bei durchfallendem Lichte mit Leichtigkeit wahrzunehmen vermag.

Auch am Mesoderm, dem Hautfaserblatte, macht sich um diese Zeit eine Differenzirung bemerkbar. Der unmittelbar unter dem Exoderm gelegene Theil desselben wandelt sich zu Bindegewebe von sehr dichtem Gefüge um und nimmt als Corium Antheil an der Bildung der äusseren Haut (Taf. VIII Fig. 23 u. 24 *co*). Von diesem erstrecken sich zahlreiche Züge lockeren Bindegewebes zwischen die übrigen Partien des Mesoderms, deren Zellen gleichfalls ihre frühere einfache Gestalt aufgeben und sich schliesslich zu Muskelzellen umwandeln (Taf. VIII Fig. 23 *mz*). Als solche besitzen sie, wie bei den Landgastropoden, sehr verschiedene Gestalten; meist sind sie an beiden Enden spindelförmig ausgezogen, sehr häufig mehrfach verästelt und Fortsätze ausschickend, welche sich mit denen benachbarter Zellen verbinden und dadurch ein sehr inniges musculöses Gewebe darstellen helfen (Taf. IX Fig. 35; Taf. VIII Fig. 23, 24). Die einzelnen Muskelbündel, welche durch lockeres Bindegewebe von einander getrennt sind, zeigen keine regelmässige Anordnung, sondern verlaufen vielmehr nach allen möglichen Richtungen. Nur in der Mitte und an der oberen Seite des Fusses besitzen sie zum Theil einen etwas regelmässigeren Verlauf, indem sie hier in grösserer Menge zum sog.

Spindelmuskel vereinigt sind. Dieser ist nach hinten und oben gerichtet und führt schon jetzt ziemlich heftige Contractionen aus. Ausser den dadurch zu Stande kommenden Bewegungen nimmt man am Embryo noch in der Nackengegend und am Fussrücken lebhafte Aufblähungen und Zusammenziehungen wahr, welche ihren Sitz in dem daselbst befindlichen, contractilen Muskelgewebe haben und schon von Karsch und später von Gegenbaur wahrgenommen wurden. Das Muskelgewebe ist an diesen Stellen von auffallend lockerer Beschaffenheit und lässt weite Maschen und Lücken zwischen sich. Ganz ähnliche Contractionen finden sich auch bei anderen Gastropoden-Embryonen, so bei Actaeon [1]), Paludina [2]), Clausilia, Doris, Polycera, Helix, Limax [3]) u. s. w. Bei den beiden letzteren erreicht dieses lockere muskulöse Gewebe eine ganz besondere Ausbildung in der Gestalt der sog. Schwanz- und Dottersackblase. Gegenbaur hält diese contractilen Organe für „äussere, embryonale Kiemen", eine Bezeichnung, die insoferne vollkommen gerechtfertigt erscheint, als dieselben ganz unzweifelhaft dazu beitragen, die grosse Respirationsbedürftigkeit der in raschem Wachsthume begriffenen Embryonen befriedigen zu helfen. Die Contractionen und Expansionen gehen nicht regelmässig und in rhythmischer Abwechselung von Statten, sondern erfolgen vielmehr ganz unregelmässig und ohne irgendwie merkbare Ordnung; sie hören erst dann auf, wenn das Herz bereits zu pulsiren begonnen hat. Durch sie wird die Blutflüssigkeit, die Haemolymphe, in die verschiedenen Theile des Körpers getrieben und und auf diese Weise ein reger Stoffwechsel unterhalten. Bemerkenswerth ist noch, dass ich an keinem der von mir beobachteten Gastropoden-Embryonen eine quergestreifte Muskulatur zu beobachten Gelegenheit hatte; jedoch soll nach Gegenbaur an dem Retractor oculi von Limax eine deutliche Querstreifung vorkommen.

Ungefähr um diese Zeit bildet sich die Leibeshöhle oder das Coelom. Sie entsteht dadurch, dass das Mesoderm sich in seiner grössten Ausdehnung von dem darunter liegenden Entoderm (und zwar von dem äusseren Theile desselben, dem Nahrungsdotter,) loslöst und dadurch die Bildung eines Spaltraums zwischen diesen beiden Keimblättern veranlasst (Taf. IX Fig. 33 u. 34 *C*).

---

1) C. Vogt, Recherches sur l'embryogénie des Mollusques gastéropodes. Annales d. scienc. nat. 1846. Tome 6.

2) F. Leydig, Ueber Paludina vivipara. — Dieselben Bewegungen habe ich auch an den Embryonen von Paludina impura beobachtet.

3) C. Gegenbaur's Beiträge u. s. w.

Ein sogenanntes Lymphblatt oder Coelomblatt, dessen Annahme nach der Ansicht G. Jäger's nothwendig wäre, existirt bei den Süsswasser-Pulmonaten nicht. Was die Coelom-Epithelien betrifft, so scheinen sich dieselben grösstentheils (vielleicht ganz) aus Mesoderm-Zellen zu entwickeln.

Wir nehmen nun die Darstellung der Weiterentwickelung des Darmkanales an derselben Stelle wieder auf, wo wir sie zuvor verlassen haben. Was vor Allem die Mundhöhle betrifft, so wurde bereits erwähnt, dass dieselbe ein kleines, nach hinten und oben gerichtetes Divertikel besitze, welches wir als die spätere Bildungsstätte der Radula bezeichnet haben. Dieses Divertikel nimmt während der weiteren Entwickelung sehr rasch an Grösse zu und seine beiden Wände legen sich immer inniger aneinander; dadurch gestaltet es sich zur sog. Zungenscheide um. Unmittelbar vor derselben erhebt sich vom Boden der Mundhöhle die Zunge als ein stumpfer, fleischiger Zapfen. Zwischen den beiden Wänden der Zungenscheide erscheint einige Zeit vor der Bildung des Herzens ein zartes durchsichtiges Häutchen von hyaliner Beschaffenheit, an dem man bei genauer Beobachtung feine Längs- und Querriefen unterscheiden kann; es ist dies die erste Anlage der Radula (Taf. VIII Fig. 25 *r*). Bald darauf machen sich auch die Zähne als kleine, gelbliche Plättchen bemerkbar; gewöhnlich erscheinen anfangs nur drei Längsreihen von solchen, während die übrigen erst einige Zeit später gebildet werden. Während der weiteren Entwickelung nimmt die Radula nicht blos an Breite, sondern auch an Länge sehr bedeutend zu und schiebt sich dabei allmählich über die Oberfläche der Zunge hinweg. Aeltere Embryonen führen mit ihrem Schlundkopfe bereits dieselben eigenthümlichen Schluckbewegungen aus, wie die erwachsenen Thiere. — Wenn wir nun erwägen, dass die Mundhöhle sammt der Zungenscheide durch Einstülpung aus dem Exoderm entstanden ist, so werden wir einsehen, dass die Radula nur für ein Ausscheidungsproduct des Exoderms oder äusseren Keimblattes anzusehen ist. Ganz dasselbe gilt natürlich auch von dem aus mehreren Stücken zusammengesetzten Oberkiefer, welcher sich durch Abscheidung aus dem Epithel der oberen Schlundwand entwickelt.

Der After, der ebenso wie die Mundhöhle durch Einstülpung der äusseren Haut entstanden ist, liegt anfangs genau in der Mittellinie des hinteren Körperendes, verlässt jedoch während der weiteren Entwickelung diesen seinen ursprünglichen Platz und

rückt allmählich nach vorne an die rechte Seite des Thieres (Taf. VIII Fig. 24 *A*). Diese Ortsveränderung geht Hand in Hand mit der weiteren Ausbildung und dem allmählichen Vorwärtswachsen des Flimmerwulstes, der, wie erwähnt, den Mantelrand bildet und den After in sich aufnimmt.

Was nun die secundäre Darmhöhle selbst betrifft, so stellt dieselbe, wie bereits angeführt, einen nach allen Seiten geschlossenen Hohlraum dar, welcher ringsum von kleinen, kernhaltigen Entoderm-Zellen umschlossen wird. Diese Zellen sondern sich alsbald in zwei über einander liegende Schichten, deren jede aus einer einfachen Lage von Zellen besteht. Diese Spaltung des inneren, kleinzelligen Theiles des Entoderms in zwei getrennte Zellen-Schichten ist einer Spaltung in zwei Keimblätter gleichzusetzen. Die äussere der beiden Zellenschichten gibt der Muskulatur der Darmhöhle die Entstehung und ist somit als Darmfaserblatt aufzufassen; die innere Zellenschichte dagegen entwickelt sich zu dem, die Darmhöhle und ihre Anhänge auskleidenden Epithel und ist daher als Darmdrüsenblatt anzusehen. Daraus geht hervor, dass wir von nun an am Embryo vier Keimblätter zu unterscheiden haben. — Mit Rücksicht auf die einzelnen, von der secundären Darmhöhle aus sich entwickelnden Abschnitte des Darmkanales ist vorerst zu bemerken, dass der Magen direct aus jenem angeführten Hohlraume, der Anlage des secundären Darmes, hervorgeht; das ihn auskleidende Epithel lässt in späteren Entwickelungsstadien eine deutliche Flimmerung erkennen; überdies zeichnet er sich später vor allen anderen Darmabschnitten durch seine reiche und kräftige Muskulatur aus. Speiseröhre und Enddarm entwickeln sich erst nach der Bildung des Darmfaserblattes; von der schliesslich erfolgenden Verbindung derselben mit der Mund- und Afterhöhle war schon früher die Rede. Der Darm zieht gegen das Ende der embryonalen Entwickelung in mehreren Windungen durch den Körper des Embryo.

Interessant ist es, dass sich die Muskulatur der Mundhöhle und des Afters in ganz anderer Weise entwickelt, als jene der secundären Darmhöhle. Ebenso, wie jene beiden Organe in ihrer Entstehung sich wesentlich von der secundären Darmhöhle unterscheiden, zeigen sie auch in der Entwickelung ihrer Muskulatur ein ganz anderes Verhalten. Während sich nämlich die Muskulatur der Darmhöhle ausschliesslich aus Darmfaserzellen entwickelt und demnach ein Product des Darmfaserblattes dar-

stellt, bildet sich die Schlund- und Aftermuskulatur — ganz ähnlich wie die gesammte Rumpfmuskulatur — blos aus Zellen des zweiten secundären Keimblattes, des Hautfaserblattes.

Was schliesslich noch die Entwickelung der Anhänge des Darmkanales betrifft, so scheint aus den Beobachtungen Lereboullet's mit grosser Bestimmtheit hervorzugehen, dass sich die Speicheldrüsen in ganz ähnlicher Weise, wie bei den Wirbelthieren, durch Ausstülpung aus dem Epithel der Mundhöhle entwickeln und somit Producte des äusseren Keimblattes oder Hautsinnesblattes darstellen. Meine eigenen Beobachtungen haben mir darüber nicht völlige Gewissheit verschaffen können.

Das zweite Anhangsorgan des Darmes, die Leber, baut sich aus Zellen der beiden inneren secundären Keimblätter auf und ist somit als ein Product dieser beiden Blätter aufzufassen. Die grossen, nach aussen gelegenen Zellen des ursprünglichen Entoderms (Taf. IX Fig. 32) nehmen an ihrer Bildung keinen directen Antheil; sie haben blos die Aufgabe, den kleinen, theilungsfähigen Zellen Nahrung zuzuführen, und wir sind daher berechtigt, den nach aussen gelegenen Theil des Entoderms, dessen Zellen ihre Theilungsfähigkeit verloren haben, als Nahrungsdotter zu bezeichnen. Die einzelnen Elemente dieses Nahrungsdotters lassen, sobald sie ihre Theilungsfähigkeit verloren haben, weder bei Anwendung von Färbemitteln, noch bei Behandlung mit Essigsäure oder anderen chemischen Reagentien Kerne erkennen und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass diese gänzlich verschwunden und vom Zellinhalte aufgelöst worden sind. Die Zellen der beiden inneren secundären Keimblätter, aus welchen sich die Leber entwickelt, nehmen dagegen auf Kosten dieser „Nahrungsdotterzellen" fortwährend an Zahl zu und häufen sich schliesslich in grösserer oder geringerer Menge zu mehreren Ballen zusammen, welche sich später zu den einzelnen Leberlappen ausbilden (Taf. IX Fig. 26 *L*). Die Zellen selbst nehmen dabei eine gelblichbraune Farbe an und scheinen beim entwickelten und zum Ausschlüpfen reifen Embryo bereits als Leberzellen in voller functioneller Thätigkeit zu stehen. Die Leber umgibt sich aussen mit einer zarten, structurlosen Membran, welche als die Membrana propria dieses drüsigen Gebildes aufgefasst werden muss.

Wenn Gegenbaur in Beziehung auf Limax angibt, die grossen Entoderm-Zellen oder „Nahrungsdotter-Zellen" seien in fünf bis sechs über einander liegenden Schichten angeordnet, so beruht

dies, wie ich mich an Arion-Embryonen, wo der Nahrungsdotter in gleicher Mächtigkeit wie bei allen anderen Landgastropoden entwickelt ist, überzeugte, auf einer Täuschung, welche durch die ausserordentliche Entwickelung des Nahrungsdotters leicht hervorgerufen werden konnte.

Einige Zeit nach der Bildung des Darmfaserblattes findet die Bildung des Herzens statt (Taf. VIII Fig. 25 cc_1). Es ist mir leider nie gelungen, dasselbe früher aufzufinden, als bis es bereits einige wenige Pulsationen ausgeführt hatte. Es stellt alsdann einen länglich-runden Zellenhaufen dar, welcher am Rücken, schief zwischen den beiden Zellenhaufen des Entoderms — also gerade an jener Stelle, wo der Darm am meisten blossliegt — gelegen ist und in der Mitte eine seichte, aber deutlich wahrnehmbare, quere Einschnürung zeigt. Die einzelnen Formelemente dieses Zellenhaufens haben eine Grösse von 0,008—0,01 Mm., besitzen einen deutlichen Kern und zeigen in Allem eine grosse Aehnlichkeit mit den kleinen, in unmittelbarer Nähe befindlichen und höchst wahrscheinlich dem Darmfaserblatte angehörigen Zellen (Taf. IX Fig. 37). Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass sich dieser Zellenhaufen vom anliegenden Darmfaserblatte abgelöst habe und dass somit das Herz als ein Product dieses Keimblattes aufzufassen sei. — Die Zellen des Herzens schicken nach allen Richtungen Fortsätze aus, welche sich meistens verästeln und schliesslich mit denen benachbarter Zellen anastomosiren (Taf. IX Fig. 36 *B*). Dadurch entsteht ein dichtes muskulöses Gewebe, dessen zellige Zusammensetzung selbst noch in sehr weit vorgeschrittenen Entwickelungsstadien ohne weiteres und mit Leichtigkeit zu erkennen ist. Schon sehr frühzeitig macht sich am Herzen ein deutlicher Unterschied in der Vertheilung der Zellen bemerkbar: der hintere Abschnitt desselben ist nämlich viel zellenreicher und daher auch viel muskulöser, als der nach vorne gelegene Abschnitt. Jener gibt sich dadurch sofort als die Herzkammer zu erkennen, während dieser die Vorkammer des Herzens darstellt (Taf. IX Fig. 36 *A*). Eine zweite, aussen gelegene und aus platten Zellen bestehende Schicht, wie sie Gegenbaur in der Tafelerklärung seiner, schon zu öfteren Malen citirten Schrift erwähnt, habe ich nie auffinden können. Später rückt das Herz aus der Mittellinie etwas auf die linke Seite des Thieres. Was seine Pulsationen betrifft, so erfolgen dieselben anfangs nur in längeren, unregelmässigen Pausen; später werden sie regelmässiger und folgen schneller auf einander; 120 Schläge in der Minute gehören dann nicht zu den Seltenheiten. —

Herzklappen scheinen sich erst später zu entwickeln; ich habe einmal Gelegenheit gehabt, zu beobachten, wie eine, wahrscheinlich aus dem Fusse stammende und durch das circulirende Blut abgerissene Kalkconcretion durch den Blutstrom im Körper umhergetrieben wurde und jedesmal, wenn sie in das Herz gelangte, einige Male ohne merkbares Hinderniss von der einen Kammer in die andere geworfen wurde, bevor sie wieder ihre Runde durch den Körper begann. — Das Herz erreicht beim Embryo eine relativ viel bedeutendere Grösse, als beim erwachsenen Thiere.

Was endlich noch die Bildung der Gefässe betrifft, so ist soviel gewiss, dass der kurze, dicke Aortenstiel ausschliesslich aus Zellen des Herzens selbst — also wahrscheinlich aus Darmfaserzellen — gebildet wird und nur als unmittelbare Fortsetzung der Herzkammer selbst anzusehen ist. Die Bildung der kleineren Gefässe entzieht sich begreiflicherweise fast jeder Beobachtung; es lässt sich jedoch schon von vorneherein behaupten, dass dieselbe, gerade so wie bei den Wirbelthieren, je nach dem Orte, wo sie vor sich geht, eine verschiedene ist; so werden beispielsweise im Fusse sämmtliche Gefässe aus Hautfaserzellen ihren Ursprung nehmen, während andererseits in der Leber wohl nur Darmfaserzellen an ihrer Bildung theilnehmen werden. —

Um diese Zeit zeigt sich der Anfang einer aus der Ebene heraustretenden, spiraligen Windung. Mit Rücksicht auf die übrigen Gestaltveränderungen des Embryo während und unmittelbar nach der Bildung des Herzens ist nur hervorzuheben, dass sich der Fuss immer mehr an seinem hinteren Ende zuspitzt und durch eine mediane Furche an seiner Unterseite in zwei symmetrische Hälften getheilt wird (Taf. IX Fig. 39); in seinem Inneren erkennt man Kalkconcretionen von verschiedener Grösse, die man als ein unvollständiges inneres Fussskelet auffassen könnte; sie sind noch im erwachsenen Thiere vorhanden, wie man sich an Längsschnitten leicht überzeugen kann.

Kurze Zeit vor der Bildung des Herzens macht sich die Schale als eine dünne, structurlose Membran, welche der Manteloberfläche dicht aufliegt, bemerkbar. Sie entsteht durch Abscheidung aus der unmittelbar unter ihr gelegenen Zellenschicht und ist somit als ein Product des äusseren Keimblattes oder Hautsinnesblattes anzusehen. Sie löst sich bei leisem Drucke als ein zusammenhängendes, biegsames Häutchen von ihrem Mutterboden ab; später nimmt sie durch Ablagerung von kohlensaurem Kalk eine spröde, leicht zerbrechliche Beschaffenheit an. —

Die **Entwickelung der Niere** habe ich an Limnaeen-Embryonen nie ganz vollständig verfolgen können; dagegen ist es mir später gelungen, an Embryonen von Planorbis nicht blos die allmähliche und stufenweise Ausbildung dieses wichtigen Organes Schritt für Schritt zu verfolgen, sondern auch seine Beziehungen zu den Keimblättern genau und bestimmt festzustellen. Ich werde daher im Folgenden zuerst eine Darstellung dieser an Planorbis angestellten Beobachtungen zu geben versuchen, um sodann eine Beschreibung der Niere eines entwickelten Limnaeen-Embryo folgen zu lassen. — Bald nach der Bildung des Herzens bemerkt man am Rande des Mantels, in geringer Entfernung vom After (Taf. IX Fig. 39 *N*), eine seichte Einstülpung des äusseren Keimblattes oder Hautsinnesblattes, welche während der weiteren Entwickelung sehr rasch an Grösse zunimmt und schliesslich zur Bildung eines ziemlich langen, nach hinten geschlossenen Schlauches führt (Taf. IX Fig. 27). Das blinde Ende dieses Schlauches liegt in unmittelbarer Nähe des Herzens, wo begreiflicherweise beständig reichliches Material zur Absonderung vorhanden ist. Der Schlauch selbst ist auf seinem ganzen Verlaufe mit Flimmerepithel ausgekleidet, welches nur als unmittelbare Fortsetzung des Flimmerepithels der äusseren Haut erscheint und anfangs überall die gleiche Beschaffenheit zeigt. Bald darauf erleidet es jedoch im hinteren, blinden Schlauchende eine wesentliche Veränderung, indem hier die Zellen in ihrem Inneren Kalkconcretionen von verschiedener Gestalt und Grösse zur Abscheidung bringen und dadurch den Charakter von Secretionszellen anzunehmen beginnen (Taf. IX Fig. 28 u. 29 *b*). Damit macht sich zugleich ein deutlicher Unterschied zwischen dem äusseren, ausführenden und dem inneren, secernirenden Theil dieser primitiven Nieren-Anlage bemerkbar. Die weitere Ausbildung und Entwickelung derselben besteht hauptsächlich in einer successiven Grössenzunahme nach allen ihren Richtungen und geht Hand in Hand mit dem fortschreitenden Wachsthume und der weiteren Entwickelung des Embryo selbst. Aus dem Gesagten geht mit der grössten Bestimmtheit hervor, dass **die Niere der Gastropoden als ein Product des äusseren Keimblattes oder Hautsinnesblattes** aufzufassen ist.

Die Niere des ausgebildeten und zum Ausschlüpfen reifen Limnaeen-Embryo stellt einen 0,6 Mm. langen Schlauch dar, welcher in mehreren schlangenförmigen Windungen den Körper durchzieht (Taf. IX Fig. 26 *n* u. Fig. 30). Ebenso wie an der primitiven

Nieren-Anlage lässt sich auch hier ein äusserer, ausführender und ein innerer, secernirender Abschnitt unterscheiden (Fig. 30 *a* u. *b*). Während man am ersteren die zellige Znsammensetzung nur sehr undeutlich zu erkennen im Stande ist, fällt dieselbe am letzteren sofort und ohne Weiteres in die Augen. Die Grösse der Secretionszellen beträgt 0,01—0,015 Mm.; die in denselben enthaltenen Concretionen besitzen gleichfalls verschiedene Grössen. Anfangs enthält jede Zelle nur eine einzige Concretion; später aber erscheinen deren mehrere, die wiederum durch neue Secretmasse mit einander verwachsen können. Dieses Zusammenwachsen erfolgt bald in der Weise, dass sich die einzelnen Concretionen in einer Reihe an einander legen, bald so, dass sie sich ganz unregelmässig zu einem unförmlichen Klumpen zusammenhäufen. Die Niere ist an ihrer äusseren Oberfläche mit einem zarten, durchsichtigen Häutchen überzogen, welches eine Dicke von höchstens 0,0015 Mm. besitzt und eine vollkommen homogene, structurlose Beschaffenheit zeigt (Taf. IX Fig. 30 *m*). Es ist dies die sog. Membrana propria, ein bekanntlich den meisten drüsigen Organen zukommendes Gebilde. Ob es von den Nierenzellen selbst nach aussen abgeschieden wird, oder aber dem anliegenden Bindegewebe (und also dem Hautfaserblatte) seinen Ursprung verdankt, ist eine Frage, welche selbst hinsichtlich der viel vollständiger bekannten Wirbelthiere noch immer auf eine befriedigende Antwort wartet.

Von anderen Excretionsorganen sind nur noch die einzelligen tubulosen Drüsen zu erwähnen, welche in grosser Menge am Mantelrand vorhanden sind und selbstverständlich aus Zellen der äusseren Haut gebildet werden. Vornieren oder Urnieren, wie sie den Landgastropoden zukommen, finden sich wie es scheint, bei den Wasserschnecken nicht; ob etwa die beiden Einstülpungen des Exoderms (Taf. VIII Fig. 20 *vg*), deren Bedeutung noch unbestimmt ist, als rückgebildete und verkümmerte Vornieren aufzufassen sind, muss ich vorderhand noch dahingestellt sein lassen; wichtig wäre in dieser Hinsicht die Beobachtung der Entwickelungsgeschichte der Succineen und verwandter Schnecken, in denen uns allem Anscheine nach die directen Nachkommen der Verbindungsglieder zwischen den Lungenschnecken des Wassers und denen des Landes erhalten geblieben sind.

Was schliesslich noch die Entwickelung der Geschlechtsorgane betrifft, so erfolgt dieselbe erst geraume Zeit nach dem Ausschlüpfen des Embryo aus dem Ei. Der keimbereitende Abschnitt des Genitalapparates, die Zwitterdrüse, entwickelt sich

ganz unzweifelhaft aus einem der beiden inneren Keimblätter; dafür spricht nicht allein die Lage dieses Organes selbst, das bekanntlich ringsum von der Leber umhüllt wird, sondern namentlich der Umstand, dass man zu keiner Zeit eine in das Entoderm hineinwachsende und daselbst endigende Einstülpung des Hautsinnesblattes, der man einen Antheil an der Bildung der Zwitterdrüse zuschreiben könnte, gewahr wird. Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, dass die äusseren, ausführenden Theile des Genitalapparates durch Einstülpung aus der äusseren Haut ihren Ursprung nehmen und also eine von der Zwitterdrüse verschiedene Entstehungsweise besitzen. An einigen Embryonen von Planorbis habe ich auch wirklich gegen das Ende des Eilebens eine deutliche Einstülpung der äusseren Haut am Mantelrande bemerkt, die ganz wohl zur Bildung der Ausführungsgänge führen könnte (Taf. IX Fig. 39 *G*). Eine weitere Verfolgung dieser Einstülpung war jedoch wegen der immer dunkler werdenden bräunlichen Färbung der Leber nicht möglich; soviel ist jedoch gewiss, dass sie nicht in das Entoderm selbst hineinwächst und also auch keinen Antheil an der Bildung der Zwitterdrüse nehmen kann. Wie sich das weitere Schicksal jener muthmaasslichen Geschlechtsöffnung gestaltet, müssen wir dahingestellt sein lassen. Da die Geschlechtsöffnungen der Süsswasser-Pulmonaten getrennt sind, so müssen wir entweder annehmen, dass sich die ursprüngliche Oeffnung in zwei Hälften theile, oder, dass sich neben derselben eine zweite Oeffnung entwickle. —

Sobald der Embryo eine so bedeutende Grösse erlangt hat, dass ihn das Ei nicht mehr zu fassen vermag, sprengt er die ihn beengenden Eihüllen. Anfangs bleibt er noch einige Zeit am Laiche kleben, um sich von der gallertigen Masse, in welche die Eier eingebettet sind, zu ernähren; später aber kriecht er frei im Wasser umher und nährt sich von den darin befindlichen mikroskopischen Organismen.

Die Zeit, welche der Embryo zu seiner Entwickelung braucht, schwankt zwischen sehr weiten Grenzen; sie hängt hauptsächlich ab von der Temperatur des Wassers, in dem die Entwickelung vor sich geht. So kann z. B. die Entwickelung eines Limnaeus unter günstigen Verhältnissen in drei bis vier Wochen ablaufen, während sie ein anderes Mal unter ungünstigen Verhältnissen sechs und noch mehr Wochen beanspruchen kann. Wie sehr die Zeitdauer der Entwickelung von äusseren Einflüssen abhängt, beweist unter

Anderem auch der Umstand, dass einmal nach einem kalten, stürmischen Septembertage fast alle Eier von Physa fontinalis, welche ich gesammelt hatte, in ihrer Entwickelung plötzlich stille standen. — Nicht immer entwickeln sich alle Embryonen eines und desselben Laiches mit der gleichen Geschwindigkeit, sondern es kommt vielmehr gar nicht selten vor, dass einige Embryonen sich viel rascher entwickeln und viel früher das Ei verlassen, als andere. —

Schliesslich mögen noch einige eigenthümliche Erscheinungen Erwähnung finden, die sich mir im Laufe meiner Beobachtungen darboten und die ein allgemeineres Interesse in Anspruch nehmen können. Was vor Allem die Zwillingsbildung betrifft, so habe ich dieselbe bei Planorbis viermal, bei Limnaeus dreimal und bei Physa einmal beobachtet. Mit einer einzigen Ausnahme waren die Embryonen gleich gross und vollkommen regelmässig ausgebildet; auch die Eier, in denen sie sich entwickelten, hatten die normale Grösse und Gestalt; nur zweimal (einmal bei Limnaeus (Taf. IX Fig. 40) und einmal bei Planorbis) beobachtete ich ganz absonderliche Eiformen, die offenbar durch das Verschmelzen zweier Eier zu Stande gekommen waren. Ein Verwachsen der Zwillinge mit einander, wie es Gegenbaur einmal bei Limax gesehen, habe ich nie zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Was für's zweite die Missbildungen betrifft, so betreffen dieselben fast durchgehends frühe Entwickelungsstadien. So kommt es beispielsweise gar nicht selten vor, dass aus der Substanz des Dotters während der Furchung die „Richtungsbläschen“ in ungewöhnlich grosser Zahl ausgetrieben werden und der Dotter somit augenscheinlich zu viel von jener Masse enthält, aus der dieselben bestehen. Sehr häufig verliert der Dotter nach abgelaufener Furchung die Fähigkeit, sich weiter zu entwickeln, so dass er dann in seine Stücke zerfällt. Manchmal bleibt, wie bereits erwähnt, das Entoderm in seiner Entwickelung mehr oder weniger weit zurück; ja es kann sogar vorkommen, dass nur einige wenige Entoderm-Zellen zur Ausbildung gelangen. In einem solchen Falle habe ich einmal beobachtet, dass sich ein Haufen von Zellen — vielleicht Entoderm-Zellen — ausserhalb des Embryo im Eiweiss befand. Das Exoderm und Mesoderm besitzen in solchen Fällen meist die gewöhnliche Mächtigkeit. Dass bei solchen und ähnlichen Missbildungen von einer weiteren Entwickelung keine Rede mehr sein könne, versteht sich von selbst.

II. Ueber die Bedeutung der beschriebenen Entwickelungsvorgänge.

Um zu einem richtigen Verständnisse der beschriebenen Entwickelungsvorgänge zu gelangen, ist es nöthig, drei Gruppen von Erscheinungen einer aufmerksamen Betrachtung zu unterziehen. Diese sind:

1) Die Formveränderungen des Embryo,
2) Die Reihenfolge der Entstehung der Organ-Systeme (ontogenetische Succession nach Haeckel),
3) Die Beziehungen der Organ-Systeme zu den Keimblättern.

I. Unter den Formveränderungen des Embryo verstehen wir alle Veränderungen der äusseren Form und morphologischen Individualität des Embryo vom Beginne seiner Entwickelung bis zum Verlassen des Eies. Da aber ein Verständniss der ontogenetischen Vorgänge nur durch eine Zurückführung derselben auf phylogenetische Ursachen ermöglicht wird, so wollen wir versuchen, die Formveränderungen des Embryo von phylogenetischen Vorgängen abzuleiten.

Schon die allerersten Vorgänge am befruchteten Schneckenei, das Verschwinden[1]) und nachherige Wiederauftreten des Keimbläschens, deuten darauf hin, dass die ältesten Vorfahren der Gastropoden wie aller anderen Organismen Lebewesen von der allereinfachsten Beschaffenheit, ähnlich den heute noch existirenden Moneren, waren, die sich erst später durch Differenzirung eines Kernes zu Organismen vom Formwerth einer gewöhnlichen, einfachen Amoebe entwickelten. Die darauf aus der Furchung hervorgegangene Morula wiederholt offenbar jenen phylogenetischen Entwickelungszustand, von dem uns heute nur noch die Synamoeben ein anschauliches Bild geben.

Was ferners die ungleiche Dotterfurchung betrifft, so scheint dieselbe als ein Erbtheil von den Würmern aufgefasst werden zu müssen, bei denen dieselbe nach den Untersuchun-

1) Allerdings ist das Verschwinden des Keimbläschens erst in jüngster Zeit wieder von Professor Frey angezweifelt und als ein „in unbehaglicher Weise das theoretische Verständniss erschwerender Vorgang" bezeichnet worden. Es wird jedoch schon aus dem oben Gesagten eingeleuchtet haben, dass dieser Vorwurf durchaus nicht gerechtfertigt erscheint (Frey, Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. IV. Aufl. 1874. S. 92 u. 93).

gen von Kowalevsky und Anderen eine ausgedehnte Verbreitung besitzt. Eine Zurückführung auf eine bestimmte Würmergruppe ist jedoch beim gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse nicht möglich.

Ueber die Bedeutung der während der Furchung ausgetriebenen „Richtungsbläschen" standen sich zur Zeit, als Leydig die Entwickelung von Paludina vivipara untersuchte, zwei Ansichten gegenüber. Fr. Müller[1]) meinte, dass die „Richtungsbläschen" auf die Furchung selbst einen wichtigen Einfluss übten und die Richtung der Furchen des Dotters und somit auch der Furchungskugeln bestimmten. Rathke[2]) dagegen sprach ihnen jeden Einfluss auf den Furchungsprocess ab und meinte, dass sie nach abgelaufener Furchung gar keine Bedeutung mehr besässen, sondern im umgebenden Eiweiss wieder verschwänden. Mit dieser Ansicht Rathke's stimmen wir vollkommen überein, glauben aber dennoch den „Richtungsbläschen" nicht alle und jede physiologische Bedeutung absprechen zu dürfen; das eigenthümliche Verhältniss, in dem dieselben zu den kleinen Furchungskugeln stehen (Taf. VII Fig. 8), macht es nicht unwahrscheinlich, dass sie mit diesen in Zusammenhang gebracht werden müssen. Da nun nach meinen Erfahrungen jedesmal, wenn das Ei längere Zeit vor der Beobachtung in Ruhe gelassen wurde, die vier kleinen Furchungskugeln nach oben gelegen waren (Taf. VII Fig. 7), und da demnach der betreffende Eipol specifisch leichter zu sein scheint, als der entgegengesetzte, so wird wohl die Annahme nicht ungerechtfertigt erscheinen können, dass die „Richtungsbläschen", indem sie sich zwischen Ei und Eiweissmembran einschieben, das Ei selbst vor Druck zu schützen haben. Demnach hätte man also die „Richtungsbläschen" als durch Anpassung an die ungleiche Dotterfurchung[3]) erworbene Schutzorgane des Embryo aufzufassen. Ihre Nothwendigkeit fällt natürlich mit dem Augenblicke weg, als der Embryo zu rotiren beginnt. — Hoffentlich werden neue Beobachtungen ein sichereres Resultat über diesen Gegenstand geben können.

Die aus der Morula sich entwickelnde Blastosphaera wiederholt allem Anscheine nach jenen phylogenetischen Entwicke-

1) S. Wiegmann's Archiv 1848. 1. Heft.
2) S. Wiegmann's Archiv 1848. 2. Heft.
3) Bekanntlich kommen auch bei Lumbricus neben ungleicher Dotterfurchung „Richtungsbläschen" vor. S. Kowalevsky, Embryologische Studien.

lungszustand, welcher im System noch heute durch die Magosphaeren vertreten wird.

Die wichtigste Embryonal-Form des Thierreichs ist jedoch die aus der Blastosphaera sich entwickelnde Gastrula; sie repräsentirt, wie Ray-Lankester [1]) mit Recht sagt, die Coelenteraten-Phase der Entwickelung des ganzen Thierreiches". Die ausserordentliche Bedeutung, welche sie besitzt, stützt sich nach Haeckel „erstens darauf, dass dieselbe bei Thieren der verschiedensten Klassen, von den Spongien bis zu den Wirbelthieren, in derselben charakteristischen Form und Zusammensetzung wiederkehrt und zweitens darauf, dass die morphologische und physiologische Beschaffenheit der Gastrula-Form an sich auf den monophyletischen Stammbaum des Thierreichs das hellste Licht wirft". — Von der Verbreitung der Gastrula im Stamme der Mollusken war schon früher die Rede; in Beziehung auf die ausserordentliche phylogenetische Bedeutung derselben verweisen wir namentlich auf Haeckel's „Gastraea-Theorie" [2]).

Wenn wir nun erwägen, welche Veränderungen der Embryo in Beziehung auf seine morphologische Individualität bisher zu durchlaufen hatte, so finden wir, dass er im Beginne seiner Entwickelung als Ei gerade so, wie jeder andere thierische oder pflanzliche Organismus, ein Form-Individuum erster Ordnung, gleich einer Plastide, vorstellte. Indem aus der Eifurchung ein Zellenhaufen hervorging, erreichte der Embryo die Stufe eines morphologischen Individuums zweiter Ordnung, eines Organes. Erst mit der Gastrula erlangte er den Werth eines Form-Individuums dritter Ordnung, einer Person; von nun an ändert er seine morphologische Individualität nicht mehr, obwohl seine äussere Form noch mannigfachen Umgestaltungen und Veränderungen unterliegt. Daraus geht von selbst die hohe Wichtigkeit der Unterscheidung zwischen den Veränderungen der äusseren Form und denjenigen der morphologischen Individualität des Embryo hervor. Wir sehen nämlich, wie sich die äussere Form innerhalb der Grenzen einer bestimmten Stufe der morphologischen Individualität sehr bedeutend ändern, ja sogar einen ganz anderen Charakter annehmen kann. Wir können

1) Ray-Lankester, „Contributions to the Developement history of the Mollaska". The Annals and Magazine of natural history, July 1874. Aus der Royal Society.

2) Vergleiche ausserdem Anm. 1 und ausserdem: Ray-Lankester, „On the primitive cell-layers of the embryo" etc.

ganz genau verfolgen, wie sich aus der ursprünglich einaxigen Gastrula-Form allmählich und stufenweise der bilaterale Typus der Gastropoden entwickelt; wir sehen, wie sich anfangs nur diejenige Seite des Thieres, in welcher bald darauf die secundäre Mundöffnung erscheint, verändert und wie erst später die andere Seite mit dem After nachfolgt. Dieser höchst interessante und merkwürdige Process, welcher während der individuellen Entwickelung mit grosser Schnelligkeit verläuft, mag wohl während der Entwickelung des Stammes der Gastropoden viele Jahrtausende in Anspruch genommen haben.

Zunächst sehen wir aus der Gastrula einen langgestreckten, mit zwei deutlichen queren Einschnürungen versehenen Embryo hervorgehen, welcher uns sofort an einen dreigliederigen Würmer-Embryo oder an einen jungen Brachiopoden-Embryo [1]) erinnert. Man könnte sich leicht versucht fühlen, diese interessante und jedenfalls phylogenetisch bedeutsame Embryonal-Form auf eine wirkliche Stammverwandtschaft der Gastropoden mit den Brachiopoden und Würmern zurückzuführen. Wenn aber auch eine solche Stammverwandtschaft ganz unzweifelhaft existirt, so können wir uns für jetzt doch noch nicht entschliessen, jene Embryonal-Form mit Bestimmtheit auf einen solchen phylogenetischen Vorgang zu beziehen. Davon hält uns namentlich der Umstand ab, dass die einzelnen Abschnitte des Embryo, welche möglicherweise als Segmente aufzufassen sind, nicht ganz dieselbe Beschaffenheit besitzen, sondern das Hinterende desselben, das dritte Segment, von den beiden anderen Abschnitten, den zwei ersten Segmenten, wesentlich verschieden ist. Um jedoch in dieser schwierigen Frage eine endgültige Entscheidung fällen zu können, wird es nothwendig sein, nicht blos die Entwickelung der Schnecken noch weiter zu verfolgen, sondern ganz besonders die bisher viel zu sehr vernachlässigte Ontogenese der Muscheln einer aufmerksamen Beobachtung zu unterziehen.

Was ferner die Bedeutung des bei den Süsswasser-Pulmonaten rudimentären Velum betrifft, so ist dasselbe, wie Gegenbaur [2]) gezeigt hat, vom primären Wimperkranze der Würmer abzuleiten, und nur als „eine Weiterentwickelung der dort einfacheren Verhältnisse" aufzufassen. Für die genannte Gruppe der

1) Kowalevsky, Die Entwickelung der Brachiopoden, 1874. russisch.

2) Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. 1870. S. 478.

Gastropoden hat das Velum noch insoferne ein besonderes Interesse, als ihre Entwickelung selbst nach dem Zeugnisse eines Gegners der Descendenztheorie[1]) auch im Uebrigen die grösste Aehnlichkeit mit der Entwickelung der Prosobranchiaten besitzt.

Einige Zeit nach der Bildung der secundären Mundöffnung und des Afters erlangt der Embryo, wie wir gesehen haben, eine vollkommen „streng bilateral-symmetrische“ Gestalt, genau so, wie sie die homopleuren Zeugiten besitzen, zu denen bekanntlich weitaus die Mehrzahl der Wirbelthiere, Würmer, Mollusken u. s. w. gehört. Wie bei diesen ist auch beim Gastropoden-Embryo zu dieser Zeit eine Axe (die Lateralaxe) gleichpolig, während die beiden anderen (die Hauptaxe und Dorsoventralaxe) ungleichpolig sind. Aus dieser homopleuren Embryonal-Form geht durch Verschiebung des hinteren Poles der Hauptaxe die heteropleure und speciell die dysdipleure Grundform hervor, welche die Gastropoden während ihres ganzen Lebens beibehalten.

Diese merkwürdigen Veränderungen lassen sich in ihrer causalen Bedeutung nur durch Zurückführung auf phylogenetische Vorgänge verstehen. Vor allem möchten wir in Beziehung auf die homopleure Grundform des Embryo an ein ganz ähnliches Entwickelungsstadium erinnern, welches in der Ontogenese der *Lamelli*branchiaten sehr weit verbreitet zu sein scheint. Einen besonderen Werth legen wir in dieser Hinsicht den Worten Leydig's[2]) bei, welcher über die Entwickelungsgeschichte von Cyclas cornea sagt: „In der Entwickelungsweise der Körpergestalt und der Anlage der Organe folgt augenscheinlich unsere Cyclas dem bekannten Schema der Mollusken, insbesondere dem der Gastropoden.“ Hoffentlich werden neue Beobachtungen der Ontogenese der Muscheln darüber noch manche erfreuliche Resultate zu Tage fördern.

Alle weiteren Veränderungen der äusseren Körperform des Embryo, namentlich die Bildung des Mantels und der Schale[3]), laufen auf eine immer vollständigere Ausbildung des Gastropoden-Typus hinaus. —

1) Bronn, Classen und Ordnungen der Weichthiere. III. Band, II. Abtheilung: Kopftragende Weichthiere.

2) Leydig, Ueber Cyclas cornea. Müller's Archiv 1855. S. 65.

3) Schon Dumortier machte auf die allmähligen Gestaltveränderungen der Schale aufmerksam und bemerkte, dass die Schale von Limnaeus der Reihe nach die Schalenformen von Ancylus, Planorbis u. s. w. wiederhole.

II. Ebenso wie die Formveränderungen des Embryo, können wir auch die Reihenfolge der Entstehung der Organ-Systeme einzig und allein durch Anwendung des allgemeinen biogenetischen Grundgesetzes in ihrer causalen Bedeutung verstehen. Es lässt sich leicht begreifen, dass eine genaue und richtige Feststellung der Aufeinanderfolge der Organ-Systeme nur möglich ist bei beständiger Berücksichtigung der Beziehungen, in denen dieselben zu den Keimblättern stehen, aus welchen sie sich entwickeln. Da man aber bis vor Kurzem lediglich die Aufeinanderfolge der einzelnen Organe (nicht der Organ-Systeme), ganz ohne Rücksicht auf die Beziehungen derselben zu den Keimblättern, beobachtete, so konnten leichterdings die zahlreichen Irrthümer und Widersprüche hervorgerufen werden, denen man selbst in den Arbeiten der tüchtigsten und aufmerksamsten Beobachter leider nur zu oft begegnet.

Um nur ein einziges Beispiel anzuführen, wollen wir die Aufeinanderfolge der Organe, wie sie VOGT bei Actaeon beobachtete, mit jener vergleichen, wie sie LEYDIG in Beziehung auf Paludina angibt. Bei Actaeon sollen die Organe in folgender Reihe auftreten: Rotationsorgane und Fuss, Otolithen und Gehörblasen, Schale, Mantel und Deckel, Leber und Darm; bei Paludina gestaltet sich dagegen die Reihenfolge in der Weise, dass zuerst Segel, Darm und Leber auftreten, und dann der Reihe nach Fuss, Gehörblasen, Fühler und Augen, Mantel und Schale, Nerven-System, Herz und Kiemen. Was überdies die Bildung des Afters betrifft, so fällt dieselbe bei Paludina „in die erste Embryonalexistenz", bei Actaeon dagegen soll sie erst am Ende des Eilebens erfolgen. Während demnach der Darm bei Paludina (wie es wohl unzweifelhaft richtig ist) schon am Anfange der Entwickelung auftritt, soll er bei Actaeon erst am Ende derselben gebildet werden! Dass eine so gründliche Verschiedenheit bei Thieren einer und derselben Klasse ganz unmöglich ist, leuchtet wohl von selbst ein.

Es liessen sich in dieser Beziehung noch zahlreiche ähnliche Beispiele anführen; wir kehren jedoch zu der von uns beobachteten Gastropoden-Gruppe zurück.

Wie wir gesehen haben, ist hier die Reihenfolge der Entstehung der Organ-Systeme folgende: I. Primärer Darm, II. secundärer Darm, III. Nerven-System, IV. Muskel-System, V. Gefäss-System, VI. Excretions-System und endlich VII. Genital-System. Die Aufeinanderfolge der Organ-Systeme stimmt demnach fast vollkommen mit jener überein, welche HAECKEL in seiner „Gastraea-

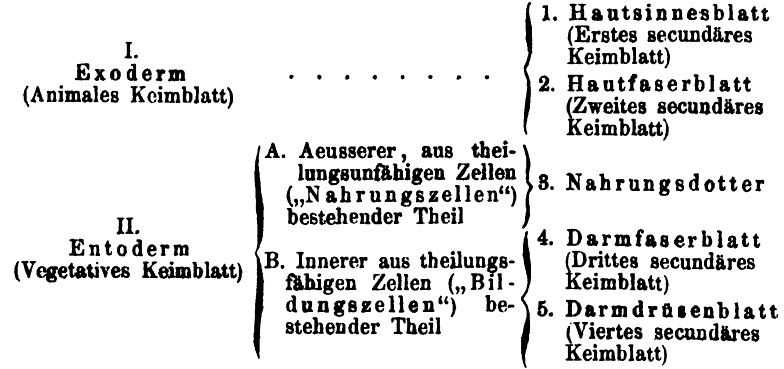
Theorie“ gegeben hat; sie unterscheidet sich von ihr blos darin, dass das Excretions-System erst nach der Entstehung des Gefäss-Systems gebildet wird. Es könnte demnach scheinen, als hätten wir es hier mit einer Verschiebung der ursprünglichen Verhältnisse zu thun; dies ist jedoch nach unserer Ansicht nicht der Fall. Wie wir weiter unten auseinandersetzen werden, ist nämlich die Niere der Gastropoden (und vielleicht aller Mollusken) nicht etwa ein ursprüngliches, von den Würmern ererbtes, sondern vielmehr ein, im Laufe der Zeit von ihnen oder anderen Mollusken erworbenes Organ. Weil aber nach dem biogenetischen Grundgesetze die ontogenetische Aufeinanderfolge der Organ-Systeme nur eine Wiederholung ihrer historischen oder palaeontologischen Reihenfolge ist, so ist es ganz wohl zu begreifen, dass die, erst lange nach der Bildung des Herzens erworbene, bleibende Niere der Gastropoden auch während der Ontogenese erst nach der Entstehung des Gefäss-Systemes zur Entwickelung gelangt. Was dagegen die zuerst von O. Schmidt[1]) und bald darauf von Gegenbaur an Embryonen von Landschnecken entdeckten Urnieren betrifft, so sind dieselben nach unserem Dafürhalten ganz gewiss direct von den Schleifencanälen der Würmer abzuleiten; dementsprechend treten sie auch schon vor der Bildung des Herzens auf. Ueberdies spricht auch der Umstand, dass die bleibende Niere der Gastropoden durchaus nichts mit den embryonalen Urnieren zu thun hat, für die morphologische Verschiedenheit dieser beiden Gebilde. Mit Rücksicht auf den wahrscheinlichen Mangel der Urnieren bei den Wasserschnecken verweisen wir auf unsere früheren Bemerkungen.

Als eine wirkliche Verschiebung der ursprünglichen Verhältnisse haben wir dagegen die frühzeitige Bildung der Zungenscheide, in welcher bald darauf die Radula erscheint, anzusehen. Bekanntlich sind Radula und Zungenscheide zwei den Gastropoden eigenthümliche und für sie charakteristische Organe, welche offenbar erst in sehr später Zeit von ihnen erworben worden sind. Diese eigenthümliche Verschiebung beschränkt sich jedoch nicht ausschliesslich auf die Süsswasser-Pulmonaten, sondern scheint vielmehr allen Gastropoden gemeinsam zu sein; ich habe sie auch an Paludina impura beobachtet.

---

1) Oscar Schmidt, „Ueber die Entwickelung von Limax agrestis.“ Archiv für Anatomie und Physiologie 1851.

III. Um die Beziehungen der einzelnen Organ-Systeme zu den Keimblättern gehörig würdigen zu können, ist es nöthig, sich vorerst die Beziehungen klar zu machen, in welchen die Keimblätter selbst zu einander stehen. Diese lassen sich am besten durch folgende Tabelle zur Anschauung bringen:



I. Exoderm (Animales Keimblatt) . . . . {1. Hautsinnesblatt (Erstes secundäres Keimblatt); 2. Hautfaserblatt (Zweites secundäres Keimblatt)}

II. Entoderm (Vegetatives Keimblatt) {A. Aeusserer, aus theilungsunfähigen Zellen („Nahrungszellen") bestehender Theil } 3. Nahrungsdotter; B. Innerer aus theilungsfähigen Zellen („Bildungszellen") bestehender Theil {4. Darmfaserblatt (Drittes secundäres Keimblatt); 5. Darmdrüsenblatt (Viertes secundäres Keimblatt)}}

Zu dieser Tabelle ist jedoch zu bemerken, dass die Differenzirung des Exoderms oder animalen Keimblattes in Hautsinnesblatt und Hautfaserblatt, wenn auch wahrscheinlich, so doch nicht ganz sicher ist. Die Darstellung der Differenzirungsproducte des Entoderms oder vegetativen Keimblattes dagegen enthält durchaus nichts Hypothetisches.

Die Beziehungen der einzelnen Organe zu den Keimblättern können am besten aus folgender Tabelle ersehen werden:

Hautsinnesblatt	Hautfaserbatt	Darmfaserblatt	Darmdrüsenblatt
1. Epidermis	1. Corium	1. Muskulatur der Darmhöhle	1. Darmepithel
2. Epidermis-Drüsen	2. Muskulatur der Haut und des Rumpfes	2. Herz (?) (Kammer und Vorkamer)	2. Darmdrüsen-Epithel (namentlich das Epithel der Leber).
3. Oberes und unteres Schlundganglion (Visceralganglion ?)	3. Schlund- und After-Muskulatur	3. Zwitterdrüse (?)	
4. Sinnesorgane (Augen und Gehörbläschen)	4. Endoskelet (Kalkconcretionen im Fusse)	4. Leber (theilweise)	
5. Niere	5. Coelom-Epithel (Parietales und (?) viscerales)		
6. Epithel der Mund- und Afterhöhle			
7. Schale			
8. Oberkiefer			
9. Radula			
10. Speicheldrüsen			
11. Ausführender Abschnitt des Genitalapparates (?)			

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die vier Keimblätter der Gastropoden den vier Keimblättern der Würmer, Gliederthiere, Echinodermen und Wirbelthiere homolog sind. Die Gastropoden (und wahrscheinlich alle Mollusken) gehören daher zu den Thieren mit vier Keimblättern, den Tetrablasterien (Hkl). Wenn Ray-Lankester die Gastropoden zu den Triploblastica, den Thieren mit drei Keimblättern, rechnet, so scheint er die drei Hauptdifferenzirungs-Producte des Entoderms (Nahrungsdotter, Darmfaserblatt und Darmdrüsenblatt) als Ganzes zu betrachten und als ein einziges Keimblatt ins Auge zu fassen.

Was nun die einzelnen Organ-Systeme im Besonderen betrifft, so müssen wir für's erste als eine der wichtigsten und phylogenetisch bedeutungsvollsten ontogenetischen Erscheinungen die Entwickelung des Nerven-Systems (oder wenigstens seines animalen Theiles) aus dem ersten secundären Keimblatte, dem Hautsinnesblatte, hervorheben. Die ausserordentliche Wichtigkeit dieser Erscheinung stützt sich namentlich darauf, dass sie in allen Stämmen der Metazoen von den Würmern an aufwärts beständig wiederkehrt. — Es lassen sich zwei Arten der Entstehung des Nerven-Systems unterscheiden: die erste besteht darin, dass sich die äussere Haut in grösserer oder geringerer Ausdehnung einstülpt und der eingestülpte Theil sich darauf von der Haut abschnürt; auf diese Art entsteht das Nerven-System der Ascidien, Wirbelthiere u. s. w.; die zweite Art besteht darin, dass sich die Haut auf einer grösseren oder geringeren Strecke verdickt und der verdickte Theil sich sodann von der äusseren Zellenlage ablöst; so entsteht das Nerven-System bei den Arthropoden, einem Theil der Würmer u. s. w. Bei den Gastropoden scheinen beide Entstehungsarten des Nerven-Systems vereinigt zu sein; während nämlich das obere Schlundknoten-Paar wahrscheinlich durch Einstülpung entsteht, bildet sich das untere durch Verdickung. Diese verschiedene Entstehungsweise darf wohl auf einen verschiedenen phylogenetischen Ursprung beider Knoten-Paare bezogen werden. Während das obere Schlundknoten-Paar oder Gehirn sich aller Wahrscheinlichkeit nach direct aus dem oberen Schlundknoten-Paar der Würmer entwickelt hat und diesem daher homolog ist, stellt das untere Schlundknoten-Paar oder Fussganglion wahrscheinlich ein von den Gastropoden oder anderen Mollusken selbstständig erworbenes Organ vor und kann daher in keiner Weise mit dem unteren Schlundknoten-Paar der Anneliden und Arthropoden verglichen werden.

Die Niere der Gastropoden muss sowohl nach ihrem ontogenetischen Verhalten als nach ihrem histologischen Bau mit einer mehrzelligen tubulösen Hautdrüse verglichen werden und hat sich, falls das biogenetische Grundgesetz richtig ist — und wir haben keinen Grund, daran zu zweifeln — ganz gewiss aus einer solchen entwickelt. Sie ist, wie bereits erwähnt, in keiner Weise mit den Schleifencanälen oder Segmentalorganen der Würmer zu vergleichen und es kann daher auch nicht von einer Homologie dieser beiden Organe die Rede sein. Dagegen scheinen die sog. Urnieren sowohl nach der Zeit ihrer Entstehung, als nach der paarigen Anordnung zu beiden Seiten des Körpers den Schleifencanälen der Würmer homolog zu sein. Mit diesen Urnieren hat jedoch die bleibende Niere der Gastropoden nichts zu thun, sondern diese entwickelt sich vielmehr zu einer ganz anderen Zeit an einer ganz anderen Stelle. Wichtig wäre es überdies noch zu erfahren, ob die Bildung der Urnieren vor oder nach der Umwandlung der ursprünglich homopleuren Grundform des Embryo in die heteropleure stattfindet; denn falls dieselbe noch vor dieser Umwandlung stattfände, hätten wir einen Beweis mehr für die Homologie der Urnieren und Schleifencanäle gewonnen. Andererseits spricht erstens die Zeit der Entstehung und zweitens die unpaare Anordnung aufs entschiedenste für die Annahme, dass sich die bleibende Niere der Gastropoden wahrscheinlich erst im Anschlusse an die heteropleure Körperform derselben entwickelt habe.

Das wichtigste Product des Hautfaserblattes ist die Rumpfmuskulatur. Es lässt sich über dieselbe nur bemerken, dass sie im Grossen und Ganzen der Rumpfmuskulatur der übrigen Metazoen homolog ist; im Einzelnen ergeben sich natürlich mannigfache Unterschiede, welche durch die eigenthümliche Körperform der Gastropoden bedingt sind. Dagegen möchten wir als eine Thatsache von bedeutendem Interesse die Anwesenheit eines aus zahlreichen Kalkstücken bestehenden inneren Fussskeletes hervorheben. Diese Thatsache beweist, dass auch bei den Gastropoden, geradeso wie bei den Coelenteraten und Vertebraten das Hautfaserblatt die Fähigkeit besitzt, einem inneren Skelete den Ursprung zu geben.

Was die Producte des Darmfaserblattes betrifft, so tritt uns vor Allem die Frage entgegen, ob sich das Herz nicht mit einem ähnlichen Organe einer niederen Thiergruppe vergleichen lasse. Dies ist, wie Gegenbaur gezeigt hat, in der That der Fall;

man ist vollkommen berechtigt, das Herz der Gastropoden sowie der übrigen Mollusken als ein einem Abschnitte des Rückengefässes der Würmer homologes Organ zu betrachten.

Von der grössten Bedeutung für die Keimblätter-Theorie ist ferner die Art und Weise der Entwickelung des Darmkanales. Haeckel's Unterscheidung zwischen primärem und secundärem Darm findet, wie es scheint, auf alle Metazoen mit Ausnahme der Coelenteraten ihre Anwendung. Es kann wohl kaum einem ernstlichen Zweifel unterliegen, dass die primäre Darmhöhle und die Mundöffnung der Gastrula in allen Stämmen der Metazoen homolog sind und daher auch mit der bleibenden Mundöffnung und Darmhöhle der Coelenteraten verglichen werden können. Was die secundäre Darmhöhle und die secundäre Mundöffnung betrifft, so ist es gleichfalls sehr wahrscheinlich, dass dieselben bei allen Metazoen mit Ausnahme der Coelenteraten, also bei allen Bilaterien, homolog sind. Dafür spricht namentlich der Umstand, dass die Darmhöhle sich überall lediglich aus Entoderm-Zellen aufbaut, während an der Bildung der Mundhöhle ausschliesslich Zellen des Hautsinnesblattes sich betheiligen. Die Bildung des Afters ist dagegen noch nicht bei allen Thieren, deren Entwickelung beobachtet wurde, völlig klar, und manche Beobachter sprechen sich entschieden für eine Umbildung der ursprünglichen Gastralöffnung in die Afteröffnung aus. In Beziehung auf die Gastropoden ist, wie bereits erwähnt, so viel gewiss, dass der Urmund der Gastrula ganz gewiss nicht in die secundäre Mundöffnung übergeht; auch ist es höchst unwahrscheinlich, dass derselbe dem After den Ursprung gibt.

Als eine Thatsache von hohem Interesse wollen wir noch anführen, dass sich bei den Gastropoden gerade so wie bei allen übrigen Bilaterien die willkürliche Muskulatur des Darmkanales, die Schlund- und Aftermuskulatur, gleich der Muskulatur des Rumpfes aus dem Hautfaserblatte entwickelt, während die unwillkürliche Muskulatur, die Muskulatur der eigentlichen Darmhöhle, aus Darmfaser-Zellen ihre Entstehung nimmt.

Was die Bildung der G[illegible]sorgane betrifft, so müssen wir uns in Beziehung [illegible]poden ganz entschieden gegen die Annahme van [illegible]echen, nach der die männlichen Geschlechtsdrüse[illegible]rm, die weiblichen aus dem E[illegible] stammen [illegible] solche Auffassungsweise f[illegible]oden, [illegible]ntlich beiderlei Ge-

schlechtsstoffe in einer einzigen Drüse erzeugt werden, schon a priori höchst unwahrscheinlich, so wird ihre völlige Unmöglichkeit durch die Ontogenese aufs Bestimmteste erwiesen. —

Und nun zum Schlusse einige Worte über die *Bedeutung des Nahrungsdotters der Gastropoden!* Die Art und Weise seiner Entstehung führt uns, wie es scheint, ganz von selbst zu einer richtigen Beurtheilung seiner wahren Bedeutung. Wie wir gesehen haben, entwickelt sich der Nahrungsdotter der Gastropoden aus einem Theile der Entoderm-Zellen des dreiblättrigen Embryo, indem sich dieselben beständig vergrössern und allem Anscheine nach ihre Theilungsfähigkeit verlieren. Es drängt sich uns dabei ganz unwillkürlich die Frage auf, ob sich nicht auch der Nahrungsdotter der übrigen Thiere, wo sich ein solcher findet, in ähnlicher Weise durch Umwandlung eines Theiles der embryonalen Zellen entwickeln könne? Bei der Beantwortung dieser Frage müssen wir für's erste die *Zeit* berücksichtigen, wann eine solche Umwandlung stattfinden könne, und für's zweite die *Art und Weise* der Umwandlung der embryonalen Zellen selbst.

Wenn wir für's erste die *Zeit* in's Auge fassen, so finden wir, dass diese Umwandlung entweder *vor* oder *nach* der Bildung der beiden primären Keimblätter stattfinden könne. Im ersteren Falle ist man zur Annahme genöthigt, dass ein Theil der ursprünglichen Furchungskugeln eine rückschreitende Entwicklung einschlage, theilungsunfähig werde und sich sodann zum Nahrungsdotter ausbilde. Im letzteren Falle dagegen würde der Nahrungsdotter aus einem Theile der Zellen eines der beiden primären Keimblätter hervorgehen. — Ersteres scheint bei den Arthropoden, Cephalopoden, Vögeln u. s. w. der Fall zu sein, letzteres dagegen findet sich, wie wir gesehen haben, in der That bei den Gastropoden, ferners auch bei den Aphiden und vielleicht noch bei anderen Thieren.

Was für's zweite die *Art und Weise* der Umwandlung der embryonalen Zellen in den Nahrungsdotter betrifft, so kann dieselbe wieder eine doppelte sein. Entweder verlieren die Zellen ihre Theilungsfähigkeit noch *vor* der Bildung von Zellwänden und die Zellen verschmelzen zu einer gemeinsamen Masse, an der man keine Zellengrenzen mehr unterscheiden kann; oder sie verlieren ihre Theilungsfähigkeit erst *nach* der Bildung von Zellwänden, die Zellgrenzen bleiben auch später noch erhalten und die Zellen selbst können daher auch nicht mit einander verschmelzen. Erste-

man ist vollkommen berechtigt, das Herz der Gastropoden sowie der übrigen Mollusken als ein einem Abschnitte des Rückengefässes der Würmer homologes Organ zu betrachten.

Von der grössten Bedeutung für die Keimblätter-Theorie ist ferner die Art und Weise der Entwickelung des Darmkanales. Haeckel's Unterscheidung zwischen primärem und secundärem Darm findet, wie es scheint, auf alle Metazoen mit Ausnahme der Coelenteraten ihre Anwendung. Es kann wohl kaum einem ernstlichen Zweifel unterliegen, dass die primäre Darmhöhle und die Mundöffnung der Gastrula in allen Stämmen der Metazoen homolog sind und daher auch mit der bleibenden Mundöffnung und Darmhöhle der Coelenteraten verglichen werden können. Was die secundäre Darmhöhle und die secundäre Mundöffnung betrifft, so ist es gleichfalls sehr wahrscheinlich, dass dieselben bei allen Metazoen mit Ausnahme der Coelenteraten, also bei allen Bilaterien, homolog sind. Dafür spricht namentlich der Umstand, dass die Darmhöhle sich überall lediglich aus Entoderm-Zellen aufbaut, während an der Bildung der Mundhöhle ausschliesslich Zellen des Hautsinnesblattes sich betheiligen. Die Bildung des Afters ist dagegen noch nicht bei allen Thieren, deren Entwickelung beobachtet wurde, völlig klar, und manche Beobachter sprechen sich entschieden für eine Umbildung der ursprünglichen Gastralöffnung in die Afteröffnung aus. In Beziehung auf die Gastropoden ist, wie bereits erwähnt, so viel gewiss, dass der Urmund der Gastrula ganz gewiss nicht in die secundäre Mundöffnung übergeht; auch ist es höchst unwahrscheinlich, dass derselbe dem After den Ursprung gibt.

Als eine Thatsache von hohem Interesse wollen wir noch anführen, dass sich bei den Gastropoden gerade so wie bei allen übrigen Bilaterien die willkürliche Muskulatur des Darmkanales, die Schlund- und Aftermuskulatur, gleich der Muskulatur des Rumpfes aus dem Hautfaserblatte entwickelt, während die unwillkürliche Muskulatur, die Muskulatur der eigentlichen Darmhöhle, aus Darmfaser-Zellen ihre Entstehung nimmt.

Was die Bildung der Geschlechtsorgane betrifft, so müssen wir uns in Beziehung auf die Gastropoden ganz entschieden gegen die Annahme van Beneden's aussprechen, nach der die männlichen Geschlechtsdrüsen aus dem Exoderm, die weiblichen aus dem Entoderm stammen sollen. Ist eine solche Auffassungsweise für die Gastropoden, bei denen bekanntlich beiderlei Ge-

schlechtsstoffe in einer einzigen Drüse erzeugt werden, schon a priori höchst unwahrscheinlich, so wird ihre völlige Unmöglichkeit durch die Ontogenese aufs Bestimmteste erwiesen. —

Und nun zum Schlusse einige Worte über die Bedeutung des Nahrungsdotters der Gastropoden! Die Art und Weise seiner Entstehung führt uns, wie es scheint, ganz von selbst zu einer richtigen Beurtheilung seiner wahren Bedeutung. Wie wir gesehen haben, entwickelt sich der Nahrungsdotter der Gastropoden aus einem Theile der Entoderm-Zellen des dreiblättrigen Embryo, indem sich dieselben beständig vergrössern und allem Anscheine nach ihre Theilungsfähigkeit verlieren. Es drängt sich uns dabei ganz unwillkürlich die Frage auf, ob sich nicht auch der Nahrungsdotter der übrigen Thiere, wo sich ein solcher findet, in ähnlicher Weise durch Umwandlung eines Theiles der embryonalen Zellen entwickeln könne? Bei der Beantwortung dieser Frage müssen wir für's erste die Zeit berücksichtigen, wann eine solche Umwandlung stattfinden könne, und für's zweite die Art und Weise der Umwandlung der embryonalen Zellen selbst.

Wenn wir für's erste die Zeit in's Auge fassen, so finden wir, dass diese Umwandlung entweder vor oder nach der Bildung der beiden primären Keimblätter stattfinden könne. Im ersteren Falle ist man zur Annahme genöthigt, dass ein Theil der ursprünglichen Furchungskugeln eine rückschreitende Entwicklung einschlage, theilungsunfähig werde und sich sodann zum Nahrungsdotter ausbilde. Im letzteren Falle dagegen würde der Nahrungsdotter aus einem Theile der Zellen eines der beiden primären Keimblätter hervorgehen. — Ersteres scheint bei den Arthropoden, Cephalopoden, Vögeln u. s. w. der Fall zu sein, letzteres dagegen findet sich, wie wir gesehen haben, in der That bei den Gastropoden, ferners auch bei den Aphiden und vielleicht noch bei anderen Thieren.

Was für's zweite die Art und Weise der Umwandlung der embryonalen Zellen in den Nahrungsdotter betrifft, so kann dieselbe wieder eine doppelte sein. Entweder verlieren die Zellen ihre Theilungsfähigkeit noch vor der Bildung von Zellwänden und die Zellen verschmelzen zu einer gemeinsamen Masse, an der man keine Zellengrenzen mehr unterscheiden kann; oder sie verlieren ihre Theilungsfähigkeit erst nach der Bildung von Zellwänden, die Zellgrenzen bleiben auch später noch erhalten und die Zellen selbst können daher auch nicht mit einander verschmelzen. Erste-

res ist, wie es scheint, bei den Cephalopoden, Vögeln u. s. w. der Fall, letzteres findet sich thatsächlich bei den Gastropoden. —

Gegen diese Annahmen können, wie es scheint, keine begründeten Einwände erhoben werden; sie führen nothwendig zu dem Schlusse, dass es nur eine totale und keine partielle Furchung geben könne. Diese Ansicht wurde schon früher von GÖTTE ausgesprochen. —

Nach der Lage des Nahrungsdotters in Beziehung auf den Embryo muss man zwischen innerem und äusserem Nahrungsdotter unterscheiden. Während sich dieser bei den meisten Thieren findet, welche einen Nahrungsdotter besitzen, kommt jener nur bei wenigen Thierclassen vor; zu diesen letzteren gehören auch die Gastropoden. —

Mögen sich die Ansichten der Forscher über die sowohl ontogenetisch als phylogenetisch hochwichtige Frage nach der Bedeutung des Nahrungsdotters, sowie der gesammten Dotterfurchung überhaupt bald klären, — mögen die Forscher selbst, die sich das Studium der Entwickelungsgeschichte zur Aufgabe gemacht haben, in dem Wechsel der Erscheinungen auch die Gesetze zu ergründen suchen, denen sie folgen!

Als der vorliegende Aufsatz bereits druckfertig war, erschien im XIV. Bande des „Quarterly Journal of Microscopical Science" unter dem Titel: „Observations on the Development of the Pond-snail (Lymnaeus stagnalis) and on the Early Stages of other Molluska" eine unseren Gegenstand betreffende und in mehrfacher Hinsicht interessante Abhandlung RAY-LANKESTER's. Wir können nicht umhin, unserem Aufsatze einige Worte über diese Abhandlung anzuhängen und dabei diejenigen Punkte hervorzuheben, in denen dieselbe mit unserer Darstellung übereinstimmt oder sich von ihr entfernt.

Was zunächst die morphologischen Veränderungen des Embryo betrifft, so stimmen unsere Beobachtungen, wie zu erwarten ist, mit denen RAY-RANKESTER's in den meisten Punkten vollkommen überein. Jedoch wurden von RAY-LANKESTER, von einigen Furchungsvorgängen abgesehen, namentlich zwei sehr wichtige Entwickelungsstadien gänzlich übersehen. Diese sind für's erste

die Blastosphaera und für's zweite die aus der Gastrula sich hervorbildende anscheinend segmentirte Embryonal-Form. Erstere wurde bereits von Lereboullet beobachtet und ziemlich genau beschrieben; was unsere eigene Darstellung derselben betrifft, so ist hier nur noch zu bemerken, dass auf Taf. VII Fig. 9 die Zellen, welche die Furchungshöhle umgrenzen, abgezählt sind, und dass daher die Abbildung vollkommen naturgetreu ist. — Letztere (Taf. VII Fig. 13 und Taf. VIII Fig. 16) wurde von keinem Beobachter vor uns beschrieben und auch von Ray-Lankester gänzlich übersehen; wenn man sich jedoch die Mühe nimmt, die Figuren 12 und 14 auf Taf. XVI des „Micr. Journ.", welche zwei unmittelbar auf einander folgende Entwickelungsstadien darstellen sollen, aufmerksam zu vergleichen, so wird man finden, dass zwischen beiden zum mindesten ein Stadium ausgeblieben ist. — Von der, auf Taf. VIII Fig. 17 unseres Aufsatzes abgebildeten Embryonal-Form, welche Ray-Lankester als „Trochosphaera" (trochosphere) bezeichnet, angefangen, stimmen unsere Beobachtungen fast durchgehends überein; selbst das bisher immer übersehene rudimentäre Velum wurde von Ray-Lankester in ganz derselben Weise wie von uns beschrieben und abgebildet.

Was ferner die Entwickelung der einzelnen Organe betrifft, so ist vor Allem zu bemerken, dass Ray-Lankester jene kegelförmige Einstülpung am hinteren Körperende des Embryo, welche wir in Uebereinstimmung mit Lereboullet als After bezeichnet haben, für eine Schalendrüse (shell-gland) hält, welche später, sobald sich die Schale zu bilden beginnt, wieder verschwinden soll. Gegen diese Auffassung müssen wir jedoch einstweilen Einsprache erheben und sie vorderhand als sehr unwahrscheinlich bezeichnen. Nach Ray-Lankester soll sich der After von innen heraus bilden und zwar vom „Stil der Einstülpung" (pedicle of invagination) aus; unter letzterem versteht Ray-Lankester einen Zellenstrang, der sich unmittelbar vor der, von uns als After bezeichneten Einstülpung befindet, und das Ueberbleibsel der Einstülpungsöffnung der Gastrula darstellen soll. Einen solchen Zellenstrang habe ich allerdings an mehreren Embryonen in Verbindung mit abnorm gering entwickeltem Entoderm gesehen, glaube jedoch, dass derselbe zu der Bildung des secundären Darmes gar keine Beziehung hat. —

Auch hinsichtlich der Darstellung der Entwickelung des oberen Schlundganglions weichen meine Angaben von denen Ray-Lankester's

Erklärung der Abbildungen.

Taf. VII.

Fig. 1. Laiche von Süsswasser-Pulmonaten: *A* Laich von Limnaeus ovatus; *o* ein einzelnes Ei; *B* Laich von Physa hypnorum; *C* Laich von Planorbis carinatus; *D* Laich von Ancylus lacustris. Nat. Gr.

Fig. 2. Ei von Limnaeus ovatus bei schwacher Vergrösserung; *o* „primitives Ei" oder Eizelle; *a* Eiweiss; *m* Eiweissmembran.

Fig. 3. Ei von Physa hypnorum bei schwacher Vergrösserung; *o* „primitives Ei"; *e* äussere, *i* innere Eiweissmembran.

Fig. 4. „Primitives Ei" oder Eizelle von Limnaeus ovatus; *k* Keimbläschen; *d* Dotter. Vergr. 320.

Fig. 5. Ei in der Zweitheilung: *r* „Richtungsbläschen". Vergr. wie Fig. 4.

Fig. 6. Ei in der Viertheilung. Die „Richtungsbläschen" liegen in der Mitte der vier Furchungskugeln und sind daher bei dieser Ansicht nicht sichtbar.

Fig. 7. Ei in der Achttheilung. Die „Richtungsbläschen" liegen oben auf zwischen den vier kleinen Furchungskugeln und sind daher bei dieser Ansicht nicht sichtbar.

Fig. 8. Ei in der Achttheilung von der Seite gesehen; *a* Eipol mit den vier grossen, *b* Eipol mit den vier kleinen Furchungskugeln; *r* „Richtungsbläschen".

Fig. 9. Blastosphaera; *h* Höhle derselben (Baer'sche Höhle); *r* wie früher.

Fig. 10. Die Blastosphaera ist in der Einstülpung begriffen; *h* Baer'sche Höhle, *a* Stelle der Einstülpung, *v* Vorwölbung der Wandung gegenüber der Einstülpungsstelle.

Fig. 11. Gastrula: *o* Urmund, primäre Mundöffnung; *a* Urdarm oder primärer Darm; *e* Exoderm oder äusseres Keimblatt; *i* Entoderm oder inneres Keimblatt.

Fig. 12. Bildung des Mesoderms; *m* Mesoderm, *c* leerer Raum am hinteren Körperende des Embryo, e^1 Exoderm daselbst; *e*, *i* und *o* wie früher.

Fig. 13. Am Embryo lassen sich drei Abschnitte unterscheiden: I. Erster, II. zweiter und III. dritter Abschnitt. Die Gastralöffnung *o* beginnt sich zu schliessen. Die Entoderm-Zellen *i* nehmen an Zahl zu. *e*, *m*, *a* u. s. w. wie früher.

Fig. 14. Optischer Querschnitt durch den Embryo Fig. 12, um die Ausbreitung des Mesoderms *m* zu zeigen. *e* und *i* wie früher.

Fig. 15. Dritter Abschnitt (blindes Körperende) des Embryo Fig. 13 von oben gesehen, um die Gestalt der Exoderm-Zellen zur Anschauung zu bringen; *k* Zellenkern mit deutlich sichtbarem Kernkörperchen; *f* Fetttropfen.

Taf. VIII.

(Vergr. der Fig. 16—22 320; der Fig. 23—25 240.) Die Fig. 12—20 sind nach Embryonen von Physa fontinalis gezeichnet, weil diese durchsichtiger sind, als die Embryonen von Limnaeus.

Fig. 16. Embryo von Fig. 13 von der Seite gesehen; *e*, *e*¹, *c* wie früher.

Fig. 17. Weiterentwickelung des Embryo Fig. 13; von vorne gesehen, um die Bildung der Mundhöhle *M* zu zeigen. Die primäre Mundöffnung der Gastrula hat sich geschlossen; der leere Raum *c* wird allmählich von den Zellen des Mesoderms und Entoderms ausgefüllt; neben den grossen Entoderm-Zellen treten auch kleine auf. *e*, *m*, *i* wie früher.

Fig. 18. Derselbe Embryo von der rechten Seite; *M* und *c* wie früher.

Fig. 19. Es macht sich bereits der Fuss *P* bemerkbar; *M* und *c* wie früher; *A* Aftereinstülpung.

Fig. 20. *V* rudimentäres Velum; *N* Einstülpung des Exoderms, welche, wie es scheint, später zur Bildung des oberen Schlundknoten-Paares und vielleicht auch des Visceralganglions führt. *M*, *A*, *P* und *c* wie früher.

Fig. 21. Die Einstülpung des Exoderms *N* vergrössert sich, wird tiefer und führt zur Bildung zweier kurzer Stränge gg_1 und vg_1. Die Mundhöhle zeigt ein kleines Divertikel *d*. In der Umgebung des Afters bemerkt man eine Verdickung des Exoderms, die Flimmerscheibe *fs*. *V*, *P*, *N* und *A* wie früher.

Fig. 22. Von der Flimmerscheibe geht die Bildung des Flimmerwulstes *fw* aus; durch das Entoderm sieht man die secundäre Darmhöhle *D* durchschimmern; *V*, gg_1, vg_1, *P* u. s. w. wie früher.

Fig. 23. Es hat sich bereits das obere Schlundganglion *gg* und das Fussganglion *fg* gebildet. Das Mesoderm beginnt sich im Corium *co* und Muskel *mz* zu differenziren; *d*, *D* u. s. w. wie früher. Das Entoderm scheint in zwei Zellhaufen zerfallen zu sein.

Fig. 24. Es bilden sich die Fühler *t*, die Augen *a* und die Gehörbläschen *o*. In den Augen sind bereits die Linsen erkennbar. Der Flimmerwulst ist nach vorne gerückt und hat den After *A* in sich aufgenommen. Die Darmhöhle *D* streckt sich in die Länge; die beiden Wände der Zungenscheide *d* legen sich enger aneinander. *fg*, *mz* und *fw* wie früher.

Fig. 25. Bildung des Herzens; *c* Kammer, *c*¹ Vorkammer. Auch Radula *r* und Schale *s* haben sich gebildet; im Fusse zeigen sich zahlreiche Kalkconcretionen *k*; es beginnt sich die Athemhöhle *At* zu bilden. Es haben sich überdies bereits Speiseröhre und Enddarm gebildet. *A*, *fw* und *gg* wie früher.

Taf. IX.

Fig. 26. Embryo vor dem Ausschlüpfen. *L* Leber, *c* Herz, *n* Niere, *At* Athemhöhle, *r* Mantelrand, durch die Schale durchschimmernd. Vergr. 140.

Fig. 27—30. Bildung der Niere. *a* ausführender, *b* secernirender Abschnitt der Niere, *m* Membrana propria. Vergr. 320.

Fig. 30. Niere eines ausgebildeten Limnaeen-Embryo.

Fig. 31—34. Querschnitte durch Embryonen auf verschiedenen Entwickelungsstufen. Vergr. 240.

Fig. 31. Querschnitt durch einen Physa-Embryo, um die Vertheilung des Mesoderms zu zeigen. *e* Exoderm, *m* Mesoderm, *i* Entoderm.

Fig. 32. Längsschnitt durch einen Physa-Embryo, welcher ungefähr auf der gleichen Entwickelungsstufe steht, wie der Embryo von Fig. 20. *M* Einstülpung der Mundhöhle, *A* Einstülpung der Afterhöhle; *e* Exoderm, *m* Mesoderm, *g* grosse und *k* kleine Entoderm-Zellen.

Fig. 33. Querschnitt durch einen Limnaeen-Embryo mit Anlage der secundären Darmhöhle *D*. *e* Hautsinnesblatt, *m* Hautfaserblatt *g* grosse Entoderm-Zellen, als Nahrungsdotter fungirend; g_1 geschrumpfter Inhalt derselben; *df* Darmfaserblatt; *dd* Darmdrüsenblatt. *C* Anlage der Leibeshöhle.

Fig. 34. Längsschnitt durch einen gleich weit entwickelten Limnaeen-Embryo. *M* Mundhöhle, *d* Zungenscheide, *s* Anlage der Schlundmuskulatur. Der After ist bereits aus der Medianlinie des Körpers gerückt. *e*, *m*, *g* u. s. w. wie früher.

Fig. 35. Einzelne Muskelzellen.

Fig. 36. *A* Herz; *v* Vorkammer, *k* Kammer. *B* Zelle aus dem Herzen.

Fig. 37. Das Herz am Beginn seiner Entwickelung. *i* Anliegende Darmfaserzellen, *c* Herz, *m* Hautfaserschicht, *e* Hautsinnesblatt, *S* Schale.

Fig. 38. Planorbis-Embryo, schwach vergrössert. Zur Veranschaulichung der Endigungsweise der beiden Stränge gg_1. Vom Rücken aus gesehen. *N* Einstülpung des Exoderms; *gg* Endanschwellungen der Stränge gg_1; *s* Schlundkopf.

Fig. 39. Planorbis-Embryo von unten gesehen, etwas weiter entwickelt als der vorige. *A* After, *N* Nierenöffnung, *G* Geschlechtsöffnung, *At* Athemhöhle.

Fig. 40. Ei von Limnaeus ovatus; aus zwei Eiern zusammengeschmolzen. *o* „primitives Ei" oder Eizelle.

Beiträge zur Kenntniss der Termiten.

Von

Fritz Müller.

(Hierzu Taf. X—XIII.)

IV. Die Larven von Calotermes rugosus Hag.

Die Calotermes leben ohne eigentliches Nest in Gängen, die sie im Holze abgestorbener Bäume ausnagen. Ihre Gestalt entspricht dieser Lebensweise. Der langstreckige walzenförmige Leib, dessen Seitenlinien in einer Flucht vom Kopfe bis zum Ende des Hinterleibes fortlaufen, unterscheidet sie auf den ersten Blick von anderen Termiten, deren kleine Vorderbrust eine halsartige Einschnürung bildet zwischen dem Kopfe und dem hinteren Theile des Leibes, deren Hinterleib bei Larven, Arbeitern und Soldaten meist [1]) kürzer und länglich eiförmig, deren Beine länger und schlanker sind. Der „prothorax magnus“ [2]) ist, weil allen Ständen gemeinsam, jedenfalls das wichtigste äussere Unterscheidungsmerkmal der Gattung Calotermes, wenigstens für Denjenigen, der lebenden Termiten nachgeht; alle übrigen, die Nebenaugen, die Adern im Randfelde der Flügel, die Haftlappen der Füsse, kommen nur den geflügelten Thieren zu, die man unter hundert Fällen kaum zehnmal in einer Termitengesellschaft treffen wird.

Schon die jüngsten Larven pflegen im Allgemeinen die bezeichnete Gestalt ihrer älteren Geschwister zu haben, bei Calotermes, wie bei anderen Termiten. Nur haben sie bei letzteren oft ein ungemein unreifes Aussehen, dicken Kopf, lange aber plumpe Beine, Fühler u. s. w. und sind sehr träge und unbeholfen in ihren Bewegungen; bei Calotermes dagegen sind sie

---

1) Ausgenommen sind z. B. ältere Larven von Anoplotermes pacificus (Taf. X Fig. 11).

2) Hagen, Linn. entomol. XII, S. 33.

vom ersten Tage an muntere, lebhafte Thierchen, rascher in ihren Bewegungen, zierlicher in ihrem Aussehen, als ältere Larven und Soldaten, die gerade in dieser Gattung plumper gebaut sind und sich langsamer bewegen, als z. B. bei Eutermes. Es ist derselbe Unterschied, und bedingt durch ähnliche Ursachen, wie zwischen einer jungen Taube und einem Küchen, einer jungen Maus und einem Füllen, — ein Unterschied, der noch um vieles schroffer sich ausprägt zwischen der selbst sich nährenden Raupe einer Blattwespe und der hilflosen Made einer Honigbiene. —

Eine Ausnahme von dieser Regel, dass die Jungen das Ei in einer Gestalt verlassen, die sich nur wenig von der älterer Larven unterscheidet, bilden, soweit mir bekannt, nur die beiden Arten Calotermes rugosus Hag. und C. nodulosus Hag. Als ich zum ersten Male zwischen den Soldaten und erwachsenen Larven des Calotermes rugosus, die sich langsam in ihren Gängen fortschoben, zierliche schneeweisse Thierchen herumlaufen sah, deren völlig abweichende Umrisse sich scharf abzeichneten auf dem dunkelblutrothen Cangerana-Holze, in dem sie lebten, meinte ich eher fremde Gäste, als Junge derselben Art vor mir zu haben. In vollem Gegensatze zu den Soldaten und erwachsenen Larven ist bei den jüngsten die Dreitheilung des Leibes in Kopf, Brust und Hinterleib augenfälliger, der Leib erscheint flacher und breiter, der Hinterleib ist vor der Mitte stärker verbreitet, nach hinten stärker verjüngt, als bei irgend welchen anderen Termiten, und dazu tragen Vorder- und Mittelbrust ansehnliche, wagerecht abstehende, den Kopf seitlich weit überragende flügelförmige Fortsätze (Taf. X, Fig. 1—3).

Wir dürfen uns schon jetzt und ehe wir auf eine nähere Betrachtung dieser jungen Larven eingehen, die Frage vorlegen, ob wir es hier mit einem Falle von Anpassung oder von Vererbung zu thun haben, mit anderen Worten, ob die jungen Larven die Eigenschaften, durch die sie sich vor ihren älteren Geschwistern auszeichnen, selbst als Larven im Kampfe ums Dasein erworben haben, oder ob ihnen dieselben, nutzlos für sie selbst, nur als Erbstück ihrer vielleicht in ähnlicher Gestalt geschlechtsreifen Ahnen geblieben sind. Im ersteren Falle würde es sich kaum der Mühe lohnen, zu den Hunderten bereits beschriebener sonderbarer Larvenformen noch eine neue zu beschreiben; im zweiten Falle wäre unsere Larve ein überaus merkwürdiges Thier. Denn ist schon Calotermes eine der ältesten, vielleicht geradezu die älteste unter den jetzt lebenden Insectengattungen, (ihr gehören nach Ha-

gen's Meinung[1]) die von Goldenberg beschriebenen Steinkohlentermiten an), so würde das etwa in ihren Jugendzuständen erhaltene Bild ihrer Vorfahren eine ähnliche Bedeutung für die Klasse der Insecten beanspruchen dürfen, wie Nauplius für die Kruster.

Die Antwort kann, scheint mir, schon jetzt, — schon ehe wir die späteren Schicksale der flügelförmigen Fortsätze kennen, — kaum zweifelhaft sein. Die jüngsten Larven von Calotermes rugosus leben mit ihren älteren Geschwistern an demselben Orte, von gleicher Nahrung, unter völlig gleichen Verhältnissen. Schon dies spricht dafür, dass ihre Eigenthümlichkeiten als ererbte, nicht als erworbene aufzufassen sind[2]). Wichtiger und ich glaube völlig durchschlagend ist ein anderer Grund. Die älteren Larven haben sich in ihrer Gestalt vollständig ihrem Aufenthaltsorte und ihrer Lebensweise angepasst; sie zeigen die Walzenform, die allen in der Erde wühlenden, in Stein oder Holz bohrenden Thieren eigen ist und oft Thieren der verschiedensten Klassen eine auffallende Aehnlichkeit verleiht; man denke an Regenwurm (Lumbricus) und Blindwühle (Coecilia lumbricoides), Tatuira (Hippa) und Tatée (Dasypus), Maulwurfsgrille (Gryllotalpa) und Maulwurf (Talpa). Nicht so die jüngsten Larven. Ihre Gestalt ist so ungeeignet wie möglich für im Holze nagende Thiere; sie würden hier gar nicht bestehen können, fänden sie nicht schon durch ältere Genossen für ihren geringen Umfang überflüssig weite Gänge ausgehöhlt. Also die älteren, nicht die jüngeren Larven haben sich ihrer gegenwärtigen, für beide gemeinsamen Lebensweise angepasst; letztere können ihren flacheren Leib, ihre weit vorspringenden flügelförmigen Fortsätze nicht an ihrem jetzigen Aufenthaltsorte erworben, sie können sie nur von anderwärts mit herübergenommen, d. h. von Vorfahren ererbt haben, die unter anderen äusseren Verhältnissen lebten.

Damit erscheinen aber die jüngsten Larven des Calotermes rugosus einer besonderen Beachtung um so mehr werth, je allgemeiner sich sonst die Jugendformen der Insecten als nachträglich erworbene herausstellen, die auf die dunkle Urgeschichte der Klasse auch nicht den Schimmer eines Lichtstrahls fallen lassen.

1) Linnaea entomol. XII, S. 73.
2) Vergl. Fritz Müller, Für Darwin S. 80. 81.

Die Larven des Calotermes rugosus sind auf ihrer ersten Altersstufe 1,5 bis 2,5 Mm. lang, wovon etwa 0,5 Mm. auf den Kopf, 0,3 auf Vorder- und Mittelbrust, der Rest auf Hinterbrust und Hinterleib kommt. Der Kopf ist so breit wie lang, die Vorderbrust mit den flügelförmigen Fortsätzen doppelt so breit als der Kopf, der dritte breiteste Hinterleibsring fast so breit wie die Vorderbrust. Die Larven sind von schneeweisser Farbe, welche von dem durchscheinenden Fettkörper herrührt. So weit sie der Fettkörper nicht verhüllt, sind die inneren Theile grossentheils schon von aussen wahrzunehmen; so das Rückengefäss, die oberflächlichen Luftröhren, Gehirn und Bauchnervenknoten, ein Theil des Darmrohres und der Harngefässe, sowie die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen und Speichelblasen.

Der Kopf erscheint von oben gesehen fast kreisrund; in der hinteren Hälfte ist die Rundung fast regelmässig; vorn zeigt er jederseits eine flache Bucht, in der die Kinnbacken sitzen und dicht hinter dieser eine kleine Fühlergrube. Die Fühler sind fadenförmig, etwa 0,7 Mm. lang und haben neun deutlich geschiedene borstentragende Glieder. Den Vorderrand des Kopfes überragt die Oberlippe, etwa halb so breit, als die Stirn, mit abgerundeten Ecken. Ausserdem treten (namentlich unter dem Drucke eines Deckgläschens) die Mundtheile über den Rand des Kopfes und der Oberlippe hervor, nicht weniger als 13 verschiedene Spitzen und Spitzchen (Taf. XI Fig. 17). Augen und Nebenaugen fehlen noch vollständig.

Die Breite der Vorderbrust erscheint verdreifacht durch die wagerecht abstehenden flügelförmigen Fortsätze, in welche ihre Rückenplatte nach rechts und links sich ausbreitet. Diese Fortsätze (Taf. XII Fig. 28) sind in der Mitte leicht gewölbt; Vorderrand und Aussenrand bilden einen ununterbrochenen Bogen, der mit dem ausgeschweiften Hinterrande in einer abgerundeten hinterwärts gerichteten Ecke zusammenstösst. Ganz ähnlich, nur etwas kürzer und schmäler sind die Fortsätze der Mittelbrust. Die einen wie die anderen tragen am Rande vier längere Borsten. Die Hinterecke der vorderen legt sich bei Bewegungen über den Vorderrand der hinteren Fortsätze.

Die Hinterbrust scheint, von oben gesehen, eher dem Hinterleibe als der Brust anzugehören, sie ist vorn schmäler als hinten, wo sie in voller Breite mit dem Hinterleibe verbunden ist und die Seitenränder des Hinterleibes setzen sich in unveränderter Richtung bis zum hinteren Rande der Mittelbrust fort. Auch die

Rückenplatte der Hinterbrust trägt seitliche Fortsätze, die aber sehr winzig und bei den allerjüngsten Larven kaum wahrzunehmen sind; sie entspringen nicht, wie bei Vorder- und Mittelbrust, vom ganzen Seitenrande, den sie kaum überragen, sondern an dessen vorderer Hälfte.

Die Beine gleichen denen älterer Thiere bis auf die noch fehlenden Enddornen der Schienen; die Füsse haben bereits vier Glieder [1]).

Der Hinterleib, der rasch wächst und dessen verschiedene Ausdehnung hauptsächlich die Verschiedenheit der Länge bei den Larven der ersten Altersstufe bedingt (Fig. 1—3), verbreitert sich bis zu seinem dritten Ringe, um dann nach hinten bis auf ein Drittel oder weniger der hier erlangten Breite sich zu verjüngen und mit der halbkreisförmig abgerundeten zehnten Rückenplatte zu enden. Er ist in der Mittellinie höher als an den Seiten, gegen die er von der Mitte aus dachförmig abfällt; die Bauchseite ist flach. Die abgerundeten mit einigen Borsten besetzten Seitenränder der Rückenplatten pflegen seitlich etwas vorzuspringen. Eine Reihe von sechs kurzen Borsten steht nahe dem Hinterrande jeder Rückenplatte. Die seitliche Verbindungshaut zwischen Rücken- und Bauchplatten ist mit ganz kurzen spitzen Dörnchen besät (Taf. XII Fig. 28). Die Afteranhänge (Fig. 37 *aa*) überragen den Hinterleib nicht; noch kürzer sind die ungegliederten Bauchanhänge (Fig. 37 *ba*).

Ich wende mich nun zur genaueren Betrachtung einzelner Theile und der Veränderungen, die sie im Laufe der Entwickelung erleiden.

Fühler (Taf. XI Fig. 13—16). Die Fühler der jüngsten Larve haben neun deutlich geschiedene Glieder; das erste und zweite sind walzenförmig, letzteres dünner und bedeutend kürzer; das dritte etwa von Länge des ersten, nach dem Ende sich verdickend; vom vierten an, dem kürzesten von allen, nimmt die Länge der Glieder zu; die beiden letzten haben etwa die Länge des ersten und dritten. Das vierte bis sechste Glied sind tonnen-

1) Dieselbe Gliederzahl finde ich an den Füssen der jüngsten Larven bei allen von mir untersuchten Termiten. HAGEN unterschied (Linnaea entom. XII, S. 18) nur „ein kurzes Basal- und ein längeres plumpes Glied, das an der Spitze 2 Klauen trägt“, wahrscheinlich, weil seine Stücke nicht gut erhalten waren. Später (Linn. ent. XIV, S. 120) sagt er von den kürzlich dem Eie entschlüpften Jungen des Eutermes Rippertii: „die Trennung der drei ersten Fussglieder kaum ersichtlich.“

förmig, das siebente bis neunte umgekehrt eiförmig; das letzte Glied ist merklich dünner, als das vorletzte. Die dünnen Borsten der Fühler bilden an jedem Gliede vom vierten an einen oberen längeren und einen unteren kürzeren Kranz, zwischen denen noch zerstreute kürzere Borsten stehen. Das dritte Glied zeigt sich anfangs nur undeutlich, später immer deutlicher durch zwei Ringfurchen in drei Stücke getheilt; nur das oberste, dickste trägt einen Borstenkranz, die beiden unteren sind borstenlos. Gegen Ende dieser Altersstufe sieht man einen unter der Haut liegenden Kreis von Borsten am mittleren Stücke auftreten. Nach der Häutung, auf der folgenden Alterstufe (Fig. 14) erscheint dann das obere Stück des früheren dritten als kurzes viertes Glied, das mittlere als oberstes borstentragendes Stück des dritten Fühlergliedes. In gleicher Weise, durch Abschnürung neuer Glieder am Grunde des dritten, findet auch weiterhin die Vermehrung der Fühlerglieder statt, deren Zahl bei den geflügelten Thieren dieser Art auf 16 steigt. Vor der letzten Häutung (Fig. 15) finden sich 15 borstentragende Fühlerglieder, deren drittes durch eine Ringfurche in einen oberen beborsteten und einen unteren borstenlosen Abschnitt getheilt ist. Falls bei jeder Häutung ein neues Fühlerglied hinzukäme (eine nicht unwahrscheinliche, wenn schon noch nicht erwiesene Annahme), so würden die Larven im Ganzen sieben Häutungen zu bestehen haben. — Die Soldaten (Fig. 16) haben gewöhnlich 13 Fühlerglieder, von denen das dritte bedeutend länger ist, als seine Nachbarn; doch schwankt die Zahl von 11 bis 14.

Die Zahl der Fühlerglieder gibt für die Beurtheilung der Altersstufe der Larven einen bequemen Anhalt, bequemer und sicherer, als die Länge der Larven, die je nach der Füllung des Darmes sehr wechselt; der Hinterleib eines hungernden Thieres kann auf seine halbe Länge zusammenschrumpfen.

Auf Grund dieser Entwickelungsweise darf man auch an den Fühlern der Termiten Schaft und Geissel unterscheiden, ersterer besteht aus den beiden Grundgliedern, letztere aus der wechselnden Zahl der übrigen. Von der späteren Entwickelung auf die frühere innerhalb des Eies zurückschliessend, durfte man erwarten, dass die Geissel ursprünglich nur aus einem einzigen Gliede bestehen würde, von dessen unterem Ende sich das vorletzte abschnürt, von diesem das drittletzte u. s. w. Und wirklich sah ich (Fig. 12) im Ei einer anderen Calotermes-Art zu einer Zeit, wo die Beine noch völlig ungegliederte Stummel waren, die Fühler in

drei deutliche Glieder (den zweigliedrigen Schaft und die eingliedrige Geissel), getheilt.

Die Zahl der Fühlerglieder ist, wie schon HAGEN bemerkt, bei den einzelnen Termitenarten „nicht ganz constant; oft findet sich eins mehr oder weniger“ [1]). Trotzdem bietet diese Zahl meist ein recht gutes Artkennzeichen, wenn man die eben geschilderte Entwickelungsweise berücksichtigt; die verschiedene Gliederzahl beruht fast immer darauf, dass eine der letzten Abschnürungen unterbleibt, oder auch eine mehr als gewöhnlich eintritt; man findet daher bei überzähligen Fühlergliedern das dritte Glied kürzer, bei fehlenden länger als gewöhnlich; seltener finden sich zwei der nächsten Glieder verschmolzen, oder eines derselben in zwei zerfallen. Man hat deshalb stets neben der Zahl der Fühlerglieder auch Länge und Gestalt des dritten und der nächstfolgenden in's Auge zu fassen.

Das dritte Fühlerglied ist bei den Termiten nach Grösse und Gestalt das wandelbarste, mag man verschiedene Arten oder die verschiedenen Stände derselben Art vergleichen. Der Grund mag einfach darin liegen, dass es, wie wir gesehen, das jüngste ist [2]).

Mundtheile (Taf. XI Fig. 17—25). Oberlippe (labrum). Die Oberlippe pflegt in der Gattung Calotermes nicht länger oder selbst kürzer als breit zu sein, ziemlich geraden Vorderrand, abgerundete Vorderecken zu haben und etwa die halbe Breite der Stirn einzunehmen. So auch schon bei den jüngsten Larven des Calotermes rugosus (Fig. 17 *ol*). Eine andere Eigenthümlichkeit dieser Gattung besteht darin, dass nahe dem Vorderrande der Oberlippe eine Querreihe längerer Haare steht (Fig. 23); auch diese sind bei der jüngsten Larve schon vorhanden, wenn auch noch sehr kurz. (Man vergleiche Fig. 17 *ol* in Bezug auf Gestalt und Behaarung mit Fig. 27, welche die Oberlippe der jüngsten Larve von Anoplotermes pacificus darstellt.)

Kinnbacken (mandibulae). Beim Auskriechen aus dem Ei sind die Kinnbacken weich und weiss; doch bald beginnen sie zu verhärten und ihr Innenrand bräunt sich. Wahrscheinlich sind die Larven von Calotermes rugosus, wie von anderen Calo-

---

1) Linn. entomol. XII, S. 6.

2) Dasselbe Verhältniss kehrt auch bei anderen Insecten wieder, z. B. bei den Bienen, bei welchen bekanntlich das dritte bisweilen das kürzeste, bisweilen das längste aller Fühlerglieder ist. Auch bei den Bienen ist, wie mir scheint, das zweite Fühlerglied zum Schafte und nicht, wie es jetzt üblich ist, zur Geissel zu rechnen.

termes-Arten, im Stande sich selbst zu ernähren, sobald der Nahrungsvorrath, den sie aus dem Eie mitbringen, verbraucht ist, ohne dass sie je von ihren älteren Geschwistern gefüttert werden. Sobald die Verhärtung des Innenrandes eingetreten ist, erscheinen dessen vorher minder scharf ausgeprägte Zähne und Vorsprünge in einer Form (Fig. 20), die kaum von derjenigen der älteren Larven und der geflügelten Thiere (Fig. 25) abweicht. Man unterscheidet dann, wie bei anderen Termiten [1]), zwei scharfe Schneidezähne am oberen, eine quergeriefte Kaufläche am unteren Ende des Innenrandes. (Auf der Zeichnung sind die bei Calotermes rugosus schwach entwickelten, nur bei stärkerer Vergrösserung zu erkennenden Querleisten der Kaufläche nicht zu sehen.) Die Richtung der Kaufläche ist bei dem Kinnbacken der rechten und dem der linken Seite sehr verschieden. Eine Gerade, die man von der Spitze des obersten Zahnes nach dem am untern Ende des Aussenrandes liegenden Gelenkhöcker zöge, würde bei den jüngsten Larven des Calotermes rugosus mit der Kaufläche des linken Kinnbackens einen Winkel von etwa 45°, mit dem des rechten von etwa 100° bilden. Geringer ist die Verschiedenheit der Richtung bei den geflügelten Thieren. Zwischen den beiden oberen Zähnen und der Kaufläche liegt ein dritter Zahn, der am linken Kinnbacken der Kaufläche, am rechten den oberen Zähnen genähert ist. Dieser dritte Zahn des rechten Kinnbackens ist stumpf bei der jüngsten Larve, spitz bei den geflügelten Thieren. — Aehnliche Verschiedenheiten zwischen rechtem und linkem Kinnbacken zeigen auch die übrigen Termiten (sowie nach Westwood [2]) die verwandten Psociden); sie machen sich selbst noch geltend an den verkümmerten Kinnbacken der spitzköpfigen Soldaten von Eutermes.

Schneidende Zähne am oberen, eine quergeriefte Kaufläche am unteren Ende des inneren Kinnbackenrandes sieht man, wie bei den Termiten, so auch bei der Zoëa-Form der aus Nauplius-Brut sich entwickelnden Garneelen. Ueberhaupt sind ähnlich gebaute Kinnbacken unter den höheren Krustern sehr häufig, unter den Insecten nicht selten, und man fühlt sich versucht, dabei an gemeinsamen Ursprung zu denken. Für sich allein wird jedoch diesem ähnlichen Bau der Kinnbacken kein grosses Gewicht beizu-

---

1) Wenn ich von Termiten im Allgemeinen spreche, beziehe ich mich nur auf die mir bekannten Arten. Nach Hagen gibt es Arten mit sechs Zähnen am Innenrande der Kinnbacken. Solche kenne ich nicht.

2) Introduct. to the modern Classific. of Insects. Fig. 59. 2. 3.

legen sein; die Einrichtung ist zu bequem, als dass sie nicht leicht selbständig bei verschiedenen Thieren sich hätte ausbilden können. Zeigt doch unser eigenes Gebiss eine ähnliche Verbindung von Schneidezähnen mit dahinterliegenden Mahlzähnen.

Zunge (lingua, hypopharynx) (Fig. 17 *z*, Fig. 19). Wie von vorn und oben durch die Oberlippe, so ist die zwischen den Kinnbacken liegende Mundöffnung von hinten und unten durch die sogenannte Zunge gedeckt. Bei den jüngsten Larven bildet diese ein ansehnliches gleichschenklig dreieckiges Blatt mit einem Winkel von etwa 45° an der Spitze; am Grunde, wo sie mit der sogenannten Unterlippe verbunden ist, ist sie etwa so breit, wie die Oberlippe und dabei fast doppelt so lang. Es ist die mittelste, unpaare unter den zahlreichen Spitzen (Fig. 17), die den Vorderrand des Kopfes überragen.

Später bleibt die Zunge im Wachsthum gegen die benachbarten Theile etwas zurück; sie wird vorn breiter, stumpfer und namentlich wird sie dicker; beim geflügelten Insect (Fig.24, von der Seite) nähert sich ihre Gestalt der einer menschlichen Zunge; ihre leicht gewölbte obere (vordere) Fläche ist dicht mit kurzen, zarten, rückwärts gerichteten Haaren bekleidet. — In den Eiern einer anderen Calotermes-Art sah ich hinter den Kinnbacken und zwischen den „Unterkiefern" einen paarigen rundlichen Vorsprung (Fig. 12 *x*), dessen weitere Entwickelung zu verfolgen ich bis jetzt keine Gelegenheit hatte und von dem ich unentschieden lassen muss, ob er den inneren Ast des Unterkiefers oder die erste Anlage der Zunge darstellt. In letzterem Falle wäre diese in frühester Zeit zweitheilig, wie sie es gewöhnlich bei den Krustern ist. Bei den Krustern pflegt man bekanntlich dieses unpaare meist zweispaltige Blatt, das von unten her die Mundöffnung deckt, Unterlippe zu nennen und das würde wohl auch für die Insecten der zutreffendste Name sein, wenn derselbe hier nicht unpassender Weise an das zweite Kieferpaar vergeben wäre. — Auffallend ist die Aehnlichkeit zwischen Oberlippe und Zunge bei den jüngsten Larven von Anoplotermes pacificus (Fig. 26, 27); beginnt man das Rohr des Mikroskops zu senken, nachdem man die Oberlippe eingestellt, so ist diese kaum verschwunden, wenn auch schon an gleicher Stelle und in täuschend ähnlicher Gestalt die Zunge sich zeigt; man meint noch einmal die ihrer Haare beraubte Oberlippe vor sich zu haben.

Vordere Kiefer (Unterkiefer, maxillae). Taster und äussere Lade (Fig. 17, 18 *kt* und *kla*) erscheinen schon bei der jüng-

sten Larve ziemlich in ihrer späteren Gestalt; an der inneren Lade (Fig. 18 *kli*, Fig. 18ª) sind die beiden starken Zähne, in die sich später ihre Spitze spaltet, noch sehr klein und der breite häutige, am Rande mit kammartig geordneten steifen Borsten besetzte Lappen, in welchen sich später der untere Theil ihres Innenrandes ausbreitet, kaum angedeutet und nur mit ganz kurzen Borsten besetzt. — Bei den Soldaten (Fig. 22) bleiben an beiden Kieferpaaren (wie es überhaupt für die Termiten Regel ist), die Laden in ihrem Wachsthum gegen die Taster zurück, sind aber in ihrer Gestalt kaum von denen der älteren Larven und der geflügelten Thiere verschieden.

Hintere Kiefer (Unterlippe, labium). Das zweite Kieferpaar, die sogenannte Unterlippe erleidet, während der Entwickelung der Larve keine bemerkenswerthe Veränderung. Schon bei der jüngsten Larve ist die, wie es scheint, allen Termiten gemeinsame Verschiedenheit zwischen äusserer und innerer Lade (Fig. 18 *la* u. *li*) deutlich ausgeprägt; die äussere Lade trägt einzelne kurze Borsten; die innere Lade ist in ihrer unteren Hälfte mit winzigen, sehr kurzen Börstchen bedeckt, ihr oberes Ende ist kahl, zarthäutig, an der Spitze meist abgerundet, und nahe der Spitze sieht man einen kleinen dunkelgerandeten Kreis, zu welchem man bisweilen ein Nervenfädchen verfolgen kann, oder an dessen Stelle ein zartes blasses Haar (Eutermes), oder ein „Taststiftchen“ (Termes saliens, Arbeiter).

Die flügelförmigen Fortsätze (Fig. 28—30). Wir kommen nun zu der auffallendsten und wichtigsten Eigenthümlichkeit unserer Larve, den flügelförmigen Fortsätzen der Vorder- und Mittelbrust. Zunächst ist hervorzuheben, dass dieselben ohne Frage vollkommen gleichwerthige („homodyname“) Gebilde sind. Beide, die Fortsätze der Vorderbrust und die der Mittelbrust, nehmen die ganze Seite der Rückenplatte ein, ragen wagerecht nach aussen, sind leicht gewölbt; Vorder- und Aussenrand sind gewölbt und stossen mit dem ausgeschweiften Hinterrande in einer hinterwärts gerichteten Ecke zusammen; bei beiden zeichnen sich unter den Haaren oder Borsten des Randes vier durch ihre Grösse aus; bei beiden zieht sich am Rande hin ein nicht von besonderen Wänden begrenzter Kanal; beide scheinen ausserdem von unregelmässigen Kanälen oder Lücken durchzogen zu sein. Unter der grossen Zahl junger Larven, die ich lebend beobachtete, sah ich nur bei einer diese Lücken in den Fortsätzen der Mittelbrust von einem ziemlich reichen Blutstrom durchzogen; zahlreiche Körnchen

(Blutkörperchen?)[1]) traten in den Randkanal ein am Anfang des hinteren Randes, umkreisten zum Theil, im Randkanal fortgehend den Fortsatz, während andere in unregelmässigen Bahnen ihn durchsetzten und traten vorn am Ende des Randkanals in den Leib zurück.

So ähnlich die Fortsätze der Vorder- und die der Mittelbrust bei den jüngsten Larven sind, so verschieden sind ihre späteren Schicksale.

Die Fortsätze der Vorderbrust unterliegen einer rückschreitenden Umwandlung; sie bleiben im Wachsthum zurück und werden geradezu kleiner bei späteren Häutungen. Ist anfangs die Vorderbrust mit ihren Fortsätzen doppelt so breit, als der Kopf, so ist sie schon bei Larven mit 11 Fühlergliedern nur noch etwa anderthalbmal so breit. Dabei ändert sich ihre Gestalt in der Weise, dass die nach hinten gerichtete Ecke sich mehr und mehr abrundet und schwindet, so dass endlich der Hinterrand der Vorderbrust mit dem Aussenrande der Fortsätze einen durch keine Aenderung der Krümmungsrichtung unterbrochenen Bogen bildet (Fig. 6). Schliesslich bleibt von ihnen nur ein schmaler, etwas herabgebogener Saum übrig, wie ihn auch andere Calotermes-Arten besitzen.

Die Fortsätze der Mittelbrust scheinen, wenn man die Thiere nur oberflächlich von oben betrachtet, noch rascher zu schwinden, als die der Vorderbrust (Fig. 6). Sieht man genauer zu, so findet man, dass sie sich (bei Larven mit 11 bis 12 Fühlergliedern), nach unten und hinten biegen, dicht dem Leibe anlegen und weiterwachsend sich zu den Vorderflügeln entwickeln. Schon sehr frühe und ehe sich noch ihre ursprüngliche Gestalt und Behaarung wesentlich ändert, sieht man, als erste Anfänge der späteren Flügeladern, Luftröhren in sie hineinwachsen. Schon bei Larven mit 10 Fühlergliedern (zweite Altersstufe) sah ich zwei noch ganz kurze Luftröhren. Bei Larven mit 11 Fühlergliedern findet man diese Luftröhren bereits vollzählig (Fig. 29), nämlich drei, die der Subcosta, Mediana und Submediana (nach Hagen's Bezeichnung) entsprechen. Die Randader (Costa) erhält keine Luftröhre; sie entsteht aus dem Randkanal des Fortsatzes. (Vergl. die Verthei-

1) Bei Krusterlarven ist es mir wiederholt begegnet, dass ich an einzelnen Thieren den Kreislauf bequem verfolgen konnte, während im Blute der Mehrzahl geformte Bestandtheile fast vollständig fehlten und in einigen Fällen konnte ich mich überzeugen, dass bei ersteren nicht Blutkörperchen, sondern schmarotzende Infusorien mit dem Blute kreisten.

lung der Luftröhren in einem ausgewachsenen Flügelansatz des Calotermes Hagenii, Fig. 49).

Die anfangs sehr winzigen Fortsätze der Hinterbrust holen allmählich die der Mittelbrust ein und sind schliesslich von ihnen nur durch eine etwas verschiedene Anordnung der Luftröhren zu unterscheiden. Bei erwachsenen Larven reichen die Flügelansätze der Hinterbrust bis zum Ende des zweiten Hinterleibsringes. Fig. 10, von Calotermes Hagenii, der sich hierin ganz wie Calotermes rugosus und andere Calotermes verhält.)

Die seitliche Lage der Flügelansätze unterscheidet die Larven der Calotermes von denen der Termes, Eutermes und Anoplotermes (Fig. 11), bei welchen sie dem Rücken aufliegen. Bei letzteren Gattungen verlängern sich in der letzten Zeit des Larvenlebens (bei den sogenannten Nymphen) die Flügelscheiden bedeutend, so dass sie fast bis zum Ende des Hinterleibes reichen; bei Calotermes findet eine solche Verlängerung nicht statt, dagegen eine sehr merkliche Verdickung.

Bei den Soldaten des Calotermes rugosus schwinden auch die Flügelfortsätze der Mittelbrust, wie die der Vorderbrust, bis auf einen schmalen, nach hinten etwas breiteren Saum (Fig. 7, 8). Diese verkümmerten Flügelfortsätze der Soldaten von Calotermes rugosus (Fig. 30) sind bei aller Unscheinbarkeit recht merkwürdige Gebilde. Einerseits verrathen noch die vier Borsten ihres Randes ihre Herkunft aus den ansehnlichen flügelförmigen Fortsätzen der jungen Larven, andererseits lässt der Verlauf ihrer Luftröhren nicht nur die Gattung Calotermes erkennen (an dem langen Aste, den die Subcosta (*sc*) ins Randfeld abgibt), sondern beinahe die Art (daran, dass sich kurz nach Abgabe dieses Astes die Mediana (*m*) an die Subcosta (*sc*) anlegt; denn nur bei Calotermes rugosus und nodulosus findet eine ähnliche Verbindung dieser beiden Adern statt).

Suchen wir die eben dargelegten „ontogenetischen“ Thatsachen für die Urgeschichte (Phylogenie) der Insecten zu verwerthen.

Die flügelförmigen Fortsätze der jüngsten Larven von Calotermes rugosus sind nicht von diesen erworben, sondern von ihren Vorfahren ererbt worden. Die Fortsätze der Vorder- und die der Mittelbrust sind gleichwerthige Gebilde. — Aus den Fortsätzen der Mittelbrust entwickeln sich die Vorderflügel. — Fassen wir diese drei, wie mir scheint, unanfechtbaren Sätze zusammen, so ergibt sich als Antwort auf die Frage nach der Herkunft der Insectenflügel:

1) Die Flügel der Insecten sind nicht aus „Tracheenkiemen" entstanden [1]). — Die flügelförmigen Fortsätze der jüngsten Larven sind gerade die einzigen Theile, denen Luftröhren vollständig fehlen, während sie im ganzen übrigen Leibe reichlich entwickelt sind (s. u.).

2) Die Flügel der Insecten sind entstanden aus seitlichen Fortsätzen der Rückenplatten der betreffenden Leibesringe. — Aehnliche Fortsätze treten in grosser Zahl und Mannichfaltigkeit bei den Krustern auf, den ganzen Leib oder Theile desselben schildförmig deckend oder schalenartig umschliessend. Falls also, was allerdings noch des Beweises bedarf, die Insecten von Krustern abstammen, würde man die Flügel der ersteren als den Seitentheilen des Rückenschildes der letzteren entsprechende Bildungen ansehen dürfen.

Welche Verrichtung den flügelförmigen Fortsätzen oblag, mit denen die Vorfahren der Termiten ausgestattet waren, darüber lassen sich natürlich für jetzt nur ganz unsichere Vermuthungen aussprechen. — Der Uebergang vom Leben im Wasser zum Leben in trockener Luft ist jedenfalls durch den Aufenthalt an feuchten Orten vermittelt worden. Die Gestalt unserer jüngsten Larven würde nun ganz wohl gepasst haben für den Aufenthalt zwischen feuchtem moderndem Laube. Hier oder an ähnlichen feuchten Orten dürften die flügelförmigen Fortsätze in ähnlicher Weise der Athmung gedient haben, wie die seitlichen Fortsätze der Rückenplatte (die „Seitentheile des Panzers") bei Zoëa und Tanais. Für diese Deutung der flügelförmigen Fortsätze als Athmungswerkzeuge in feuchter Luft dürfte namentlich auch ihr vollständiger und bei ihrer Grösse sehr auffälliger Mangel an Luftröhren anzuführen sein. Denn wenn später neben ihnen und mit der Zeit sie vollständig ersetzend, sich die Athmung durch Luftröhren ausbildete, und wenn diese auch sonst überallhin im Leibe sich verzweigten, so blieben sie doch natürlich jenen Flügelfortsätzen fern, so lange diese selbst in anderer Weise die Athmung vermittelten. Erst, als sie einer anderen Verrichtung dienstbar wurden, zu Flügeln sich umwandelten, erhielten auch sie Luftröhren, wie wir es noch heute an diesen Urflügeln der Mittelbrust bei Calotermes rugosus sehen.

1) Eine ausführliche Besprechung der Ansicht GEGENBAUR's, dass das geschlossene Tracheensystem vieler Insectenlarven als Vorläufer des nach aussen communicirenden zu betrachten sei, und dass die Flügel der Insecten aus Tracheenkiemen hervorgegangen, behalte ich mir für eine andere Gelegenheit vor.

Beine (Fig. 31—35). Die vier Fussglieder sind bereits bei den jüngsten Larven deutlich geschieden; die Sohle der beiden ersten springt noch nicht nach unten vor (Fig. 31), wie es auch später (Fig. 34, 35) nur in mässigem Grade bei Calotermes, meist in weit höherem Grade bei den übrigen hiesigen Termiten der Fall ist. Die drei Enddornen der Schienen, anfangs fehlend oder kaum angedeutet, treten sehr zeitig als winzige Höckerchen auf, erreichen aber erst bei den ausgewachsenen Larven ihre volle Grösse. Der Haftlappen zwischen den Fussklauen (Fig. 35 *h*) fehlt den Larven und Soldaten. — Das Merkwürdigste an den Beinen der Termiten ist ein Gebilde, das in den Schienen aller Beine bei allen Ständen aller mir bekannten Arten vorkommt und dessen Lage meist schon äusserlich an einem queren Eindruck etwas unterhalb des Kniees, an der Streckseite der Schiene zu erkennen ist. Dasselbe bildet einen birn- oder flaschenförmigen, seltener fast kugligen Körper, der mit kurzem Stiel oder Hals an der bezeichneten Stelle mit der Wand der Schiene verbunden ist. Es scheint nervöser Natur zu sein und erinnert in seiner Lage an das Hörorgan der Laubheuschrecken; mein Mikroskop genügt nicht, um eine befriedigende Einsicht in seinen feineren Bau zu gewinnen. Die aus dem Schenkel in die Schiene eintretende Luftröhre spaltet sich sofort in zwei Aeste, die sich in der Mitte oder gegen das Ende der Schiene wieder vereinigen und von denen der eine in der Gegend des fraglichen, ihm dicht anliegenden Gebildes blasig anschwillt. Diese Anschwellung der Luftröhre fehlt noch bei den jüngsten Larven des Calotermes rugosus (Fig. 32).

In der Regel besteht bei den Termiten kein erheblicher Unterschied zwischen den Beinen desselben Thieres (die Hinterbeine sind etwas länger, die Vorderbeine bisweilen abweichend beborstet); nur bei den Arbeitern von Anoplotermes pacificus ist die ganze Vorderschiene merklich verbreitert und die Anschwellung der Luftröhre erstreckt sich bis fast an's Ende derselben (Fig. 32).

Hinterleib. Ueber die Formwandlungen des Hinterleibes ist nur zu sagen, dass er sich allmählich mehr und mehr der Walzenform nähert, wie sie für die erwachsenen Larven und Soldaten von Calotermes bezeichnend ist. Wann der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen in der Bildung der achten Bauchplatte des Hinterleibes zuerst sich bemerklich macht, kann ich nicht sagen, da ich nicht darauf geachtet habe.

Aus gleichem Grunde kann ich nicht über etwaige, jedenfalls

unerhebliche Veränderungen des Rückengefässes und des Nervensystems berichten.

Verdauungswerkzeuge. Darmrohr. Die enge Speiseröhre der jüngsten Larve von Calotermes rugosus erweitert sich in der Mitte der Brust allmählich, um ohne scharfe Grenze in den spindelförmigen Vormagen (Fig. 38 *vm*) überzugehen, der in der Nähe seines hinteren Endes mit einem Kranze von Kauleisten (Fig. 38 *kl*, Fig. 40, 41) versehen ist. Der Vormagen liegt nicht in der Mittellinie, sondern ist schief nach links und hinten gerichtet (Fig. 6 *vm*) und reicht bis in den dritten Hinterleibsring. Sein Ende ist meist ziemlich stark in den Anfang des folgenden Darmabschnittes, des Magens oder Mitteldarmes, eingestülpt. Der Mitteldarm (Fig. 38 *md*) wendet sich nach oben, läuft dicht unter der Rückenwand des dritten Hinterleibringes nach rechts und wenig nach vorn, um dann wieder nach links und unten umzubiegen; er bildet so eine fast vollständige Schlinge, und das durch die Einmündung der Harngefässe bezeichnete Ende liegt seinem Anfange nahe. Hinter der Einmündung der Harngefässe erweitert sich der Darm zu einem kugligen Sack oder Blinddarm (Fig. 38 *bd*), dessen Eingang und Ausgang nahe beisammen liegen; der nun folgende dünnere Theil des Enddarmes (Fig. 38 *ed*) beschreibt einen kurzen nach vorn gerichteten Bogen und läuft dann anfangs an der rechten Seite, zuletzt in der Mittellinie nahe der Rückenwand nach hinten und endet mit einem kurzen erweiterten Endstück. Schon sehr zeitig, sobald die Kinnbacken erhärtet sind, findet man Holz im Darme.

Der anfangs kuglige Blinddarm nimmt rasch an Grösse zu und füllt schon bei halbwüchsigen Larven den grösseren Theil des Hinterleibes, vom dritten Ringe an bis fast an's Ende, in seiner ganzen Breite aus. Bei den Soldaten scheint sein Umfang wieder etwas abzunehmen, und in höherem Grade ist dies bei den geflügelten Männchen und Weibchen der Fall.

Während die übrigen Arten der Gattung Calotermes in dieser Beziehung mit Calotermes rugosus übereinstimmen, zeigen dagegen die Arten der Gattungen Termes, Eutermes, Anoplotermes eine so überraschende Mannichfaltigkeit im Baue ihres Darmrohres, wie sie vielleicht nirgends sonst innerhalb eines Kreises äusserlich so ähnlicher Thiere sich findet. Allen hiesigen Arten gemeinsam und sie von Calotermes unterscheidend ist die Gestalt des Vormagens (Fig. 39 *vm*), dessen linke Seitenwand verkürzt, die rechte kuglig aufgetrieben ist, so dass Eingang und

Ausgang nicht mehr einander gegenüberliegen, sondern ersterer vorn, letzterer links. Bisweilen ist der mit Kauleisten bewehrte Endabschnitt ziemlich scharf abgesetzt, so dass man mit HAGEN den Vormagen in Kropf und Kaumagen scheiden könnte.

Die Kauleisten (Fig. 40, 41) sind bei den allerjüngsten Larven des Calotermes rugosus noch weich und farblos und deshalb leicht zu übersehen. Doch bräunen sie sich, wie der Rand der Kinnbacken, sehr zeitig, noch ehe die Zahl der Fühlerglieder wächst; und gerade solche junge Larven sind dann besonders geeignet, ein klares, übersichtliches Bild derselben zu geben. Man unterscheidet sechs Kauwülste erster Ordnung (*kw* I), die aus einem schmalen aber höheren vorderen und einem flacheren kreisförmig verbreiterten hinteren Theile bestehen; letzterer bleibt farblos; die gleichlaufenden Ränder des vorderen Theiles werden durch dunklere harte Leisten gebildet. — Mit diesen ersten sechs wechseln sechs Kauwülste zweiter Ordnung (*kw* II) ab, von jenen durch den Mangel der grossen flachen Scheibe am hinteren Ende unterschieden und endlich wechseln mit diesen zwölf grösseren wieder zwölf bedeutend kleinere Kauwülste dritter Ordnung (*kw* III) ab. — Obwohl im Einzelnen bei verschiedenen Arten von Termes und Eutermes ziemlich verschieden gestaltet, lassen sich deren Kauleisten doch alle auf die von Calotermes als ihre Grundform zurückführen, wobei die sechs überall deutlich entwickelten blassen Endscheiben einen bequemen Anhaltspunct bieten. Der soldatenlosen, Erde fressenden Gattung Anoplotermes fehlen die Kauleisten.

Speicheldrüsen (Fig. 42). Nach den Angaben HAGEN's über Termes bellicosus [1]) würden erhebliche Verschiedenheiten im Bau der Speicheldrüsen bei den verschiedenen Ständen derselben Art bestehen; ich habe solche nirgends bei den von mir untersuchten Arten gefunden. Die Termiten scheinen allgemein zwei sehr ansehnliche Speicheldrüsen zu besitzen, die ihrer Hauptmasse nach im Anfang des Hinterleibes, rechts vom Vormagen zu liegen pflegen, sowie zwei grosse dünnhäutige Speichelblasen, die nach hinten noch über die Speicheldrüsen hinausragen. In der dünnen Wand der Speichelblasen konnte ich nie eine Spur von drüsigen Bau gewahren. Dis Speicheldrüse bildet bald eine zusammenhangende tiefgelappte Masse, wie bei Calotermes, bald ist sie mehr weniger vollständig in einzelne rundliche, den End-

1) Linnaea entomol. XII, S. 302.

zweigen des baumförmig verästelten Ausführungsganges aufsitzende Theile zerfallen. Der Speichelblasengang (Fig. 42 *sbg*) liegt nach aussen vom Speicheldrüsengang (*sdg*); er ist weiter, aber viel dünnwandiger, als letzterer. Die innerste Haut beider Gänge zeigt quere (wahrscheinlich wie in den Luftröhren schraubenförmige) Linien, wie sie ja auch in den Speichelgängen anderer Insecten, z. B. der Bienen, auftreten. Der Speichelblasengang mündet unter spitzem Winkel in den Speicheldrüsengang seiner Seite meist erst beim Eintritt oder nach dem Eintritt in den Kopf. Der rechte und der linke Speichelgang münden entweder getrennt, dicht neben einander, am Grunde der Zunge, wie bei Termes Lespesii und saliens (Fig. 43), oder sie vereinigen sich zu einem unpaaren, bei Calotermes (Fig. 18 *sg*) ziemlich langen Gange. Bei Termes bellicosus, der auch im Bau der Soldaten die Mitte hält zwischen Calotermes und Termes Lespesii, zeichnet Hagen [1]) einen ganz kurzen unpaaren Speichelgang.

Schon bei den jüngsten Larven von Calotermes rugosus zeigen sich an den Speicheldrüsen die Eigenthümlichkeiten ihrer Gattung vollständig ausgeprägt. Man kann, wenn man diese Larven von der Unterseite betrachtet, von der Mitte der Unterlippe aus (Fig. 18) den unpaaren Speichelgang (*sg*) nach hinten verfolgen bis zu seiner Entstehung aus den beiden seitlichen Speichelgängen und diese weiter bis über die Stelle hinaus, wo sich Speichelblasengang (*sbg*) und Speicheldrüsengang (*sdg*) vereinigen.

Harngefässe. Die jüngste Larve besitzt vier Harngefässe; doch bald sieht man neben ihnen ein drittes Paar hervorsprossen und bei einer Larve etwa vom Alter der Fig. 5 gezeichneten fand ich bereits die volle Zahl, nämlich acht, von denen jedoch vier kürzer und erst kaum halb so weit waren, als die vier älteren. Bei vielen Arten von Termes und ebenso bei Eutermes und Anoplotermes bleibt die Zahl der Harngefässe zeitlebens auf vier beschränkt.

Athemwerkzeuge (Taf. XIII). Ueber die Luftröhren der Termiten liegen nur sehr dürftige und selbst in Betreff der Zahl und Lage der Luftlöcher nicht übereinstimmende Angaben vor.

Die Luftröhren sind schon bei den jüngsten Larven des Calotermes rugosus wohl entwickelt und gerade bei ihnen leichter als in späterer Zeit im Zusammenhange zu überblicken. Es sind 10 Paar Luftlöcher vorhanden, zwei in der Brust, acht im

1) Peters' Naturw. Reise nach Mossambique. Insecten. Taf. III Fig. 18b.

Hinterleibe. Das erste Paar liegt zwischen Vorder- und Mittelbrust, das zweite zwischen Mittel- und Hinterbrust. Zwischen Hinterbrust und ersten Hinterleibsringe finden sich keine Luftlöcher. Die übrigen acht Paare liegen am Rande der acht ersten Rückenplatten des Hinterleibes.

Die Verästelung der von den Luftlöchern der Brust entspringenden Luftröhren, welche starke Aeste in den Kopf, andere in die Beine abgeben, ist eine sehr verwickelte; ich habe sie nicht vollständig entwirren können (vgl. Fig. 48, von der jüngsten Larve einer anderen Calotermes-Art). In die flügelförmigen Fortsätze der Vorder- und Mittelbrust treten, während der ersten Altersstufe keine Luftröhren, in die der Vorderbrust auch später nicht.

Die Luftlöcher des Hinterleibes führen zunächst in ein kurzes Sförmig gebogenes blindes Rohr (Fig. 44 *s*), das vor der Mitte ein ganz kurzes Aestchen hat. Etwa in der Mitte dieses blinden Rohres, oder noch vor derselben entspringt der Stamm der Luftröhren, der jetzt, in frühester Jugendzeit, bedeutend enger ist, als das Sförmige Rohr. Der Stamm der Luftröhren theilt sich bald in einen Bauch- und einen Rückenast (*b* und *r*), und jeder von diesen wieder in einen vorderen und einen hinteren Zweig (*bv*, *bh*; *rv*, *rh*); ersterer verbindet sich mit dem hinteren Zweige des vorhergehenden, letzterer mit dem vorderen Zweige des folgenden Paares. So wird jederseits sowohl auf der Rücken-, wie auf der Bauchseite ein im Zickzack verlaufendes Längsrohr hergestellt, von welchem in jedem Ring ein nach der Mittellinie sich wendender Querzweig (*bq*, *rq*) abgeht. Der Bauchast ist bis zur Theilung kürzer als der Rückenast; bei jenem ist der vordere, bei diesem der hintere Zweig der längere. — Der quere Zweig des Rückens (*rq*) verästelt sich, ohne weitere Verbindungen mit anderen einzugehen, und scheint namentlich das Rückengefäss zu versorgen. Der quere Zweig des Bauches (*bq*) verbindet sich mit dem der anderen Seite und sendet in der Nähe der Mittellinie einen Längszweig (*l*) nach vorn, einen anderen nach hinten zur Verbindung mit dem davor und dem dahinter liegenden Querzweige. Es wird auf diese Weise in der Mitte der Bauchseite eine Leiter von Luftröhren gebildet, zwischen deren Sprossen die Bauchnervenknoten liegen, welche ihre Luftröhren (*n*), eine von rechts, eine von links, aus der hinter ihnen liegenden Sprosse der Leiter empfangen. — Von der Vertheilung der Luftröhren an das Darmrohr habe ich kein zusammenhängendes Bild erhalten.

Die spätere Entwickelung bringt nur insofern eine Aenderung

in den eben geschilderten Verhältnissen der Athemwerkzeuge hervor, als das Sförmige blinde Rohr fast gar nicht weiter wächst und daher schliesslich weit enger ist, als die von ihm ausgehenden Luftröhren. Man vergleiche die bei gleicher Vergrösserung gezeichneten Figuren 46 und 47, von denen erstere der jüngsten Larve, letztere dem geflügelten Weibchen des Calotermes rugosus entnommen ist. Der frühe Stillstand im Wachsthum des Sförmigen Rohres, sein winziger Umfang beim erwachsenen Thiere, scheinen darauf hinzuweisen, dass dasselbe ein aus entlegener Vorzeit ererbtes, für die heutigen Termiten fast oder völlig nutzloses Gebilde ist. —

Mit Calotermes rugosus stimmen, soweit meine Erfahrung reicht, alle übrigen Arten der Gattung in der Anordnung der Luftröhren überein. Auch bei allen übrigen Termiten scheint Zahl und Lage der Luftlöcher stets dieselbe zu sein; das Sförmige blinde Rohr scheint am Hinterleibe nirgends zu fehlen, an den beiden Paaren der Brust nirgends vorzukommen, so wenig wie bei Calotermes. Im Uebrigen finden sich manche Verschiedenheiten; als Beispiel derselben gebe ich (Fig. 45) die Anordnung der Luftröhren im Hinterleibe von Termes saliens. Es fehlen hier die Längszweige, durch welche bei Calotermes die Leiter in der Mitte der Bauchseite hergestellt wird und auch die Verzweigung des Rückenastes ist eine etwas abweichende.

Dem Calotermes rugosus steht im geflügelten Zustande des C. nodulosus so nahe, dass Hagen zweifelhaft blieb, ob nicht ersterer nur „eine varietas thorace nigro von C. nodulosus sei“ [1]). Auch in ihren Jugendzuständen stimmen diese beiden Arten darin überein und unterscheiden sich von allen übrigen Termiten dadurch, dass die jüngsten Larven flügelförmige Fortsätze an Vorder- und Mittelbrust tragen. Doch scheint die Gestalt der Larven von Calotermes nodulosus (Fig. 9) schon eine weniger ursprüngliche zu sein. Die Fortsätze der Mittelbrust sind nur klein und schmal, der Hinterleib länger, weniger flach, in der Mitte weniger verbreitert. — In zweifelhaften Fällen bieten diese augenfälligen Verschiedenheiten der jüngsten Larven ein bequemes Mittel, um zu entscheiden, ob man eine Gesellschaft von Calotermes rugosus oder von C. nodulosus vor sich habe.

1) Linnaea entomol. XII, S. 68.

Wünschenswerth und wahrscheinlich lohnend wäre die Verfolgung der Entwickelung der Termiten und besonders der Calotermes im Ei. Vielleicht fiele dabei ein ähnliches Streiflicht auf den Ursprung der Luftröhren der Insecten, — (das mehrerwähnte Sförmige blinde Rohr, von dem die Luftröhren des Hinterleibes ausgehen, erweckt diese Hoffnung), — wie es die spätere Entwickelung der Larve des Calotermes rugosus auf den Ursprung der Flügel wirft. Mir selbst gestattet mein Mikroskop nicht, eine solche Untersuchung mit einiger Aussicht auf Erfolg zu unternehmen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. X.

Fig. 1—8. Calotermes rugosus Hag. Wandlungen der äusseren Gestalt (8:1).

Fig. 1—3. Jüngste Larve, mit 9 Fühlergliedern. 3 von der Bauchseite; die 6 Nervenknoten des Hinterleibes schimmern durch.

Fig. 4. Larve mit 10 Fühlergliedern. Der Innenrand der Kinnbacken ist hart und dunkel geworden. Die Fortsätze der Hinterbrust sind deutlicher, der Hinterleib länger.

Fig. 5. Larve mit 11 Fühlergliedern. Die Fortsätze der Mittel- und Hinterbrust haben sich herabgebogen und liegen den Seiten des Leibes an: der Hinterleib nähert sich der Walzenform; die Schienen haben deutliche Enddornen. Die eigenthümliche Zeichnung des Hinterleibes ist durch das Durchschimmern der in der folgenden Figur im Umrisse gezeichneten Theile bedingt.

Fig. 6. Larve mit 12 Fühlergliedern. Fühler im Verhältniss viel kürzer, als anfangs. Rückenplatte der Vorderbrust kaum noch breiter als der Kopf, ihrer bleibenden Gestalt sich nähernd. Man sieht durchschimmern: das Rückengefäss (*rg*) in der Mittellinie; den Vormagen (*vm*), von der Mittelbrust aus schief nach links bis zum dritten Hinterleibsring sich erstreckend; den Mitteldarm (*md*), der im dritten Hinterleibsring einen Bogen von links und hinten nach rechts und vorn beschreibt; den Blinddarm (*bd*), die ganze Breite des Hinterleibes bis fast zum Hinterrande der achten Rückenplatte einnehmend, den Enddarm (*ed*), der anfangs an der rechten Seite des Blinddarms, dann über demselben nach hinten läuft und mit einer Erweiterung endet.

Fig. 7. Soldatenlarve.

Fig. 8. Soldat.

Fig. 9. Jüngste Larve von Calotermes nodulosus Hag. (15:1).

Fig. 10. Erwachsene Larve von Calotermes Hagenii F. M. (4:1). Flügelansätze den Seiten anliegend.

Fig. 11. Erwachsene Larve von Anoplotermes pacificus F. M. (8:1). Flügelansätze dem Rücken aufliegend.

Taf. XI.

Fig. 12. Ei eines (namenlosen) Calotermes aus Canella preta (50:1). *L.* Oberlippe (labrum). *I.* Fühler, bereits dreigliedrig. *II.* Kinnbacken (mandibula). *III.* Vorderer Kiefer (maxilla). *IV.* Hinterer Kiefer (labium). *V—VII.* Vorder-, Mittel- und Hinterbein. *X.* Innerer Ast des vorderen Kiefers, oder Zunge? —

Fig. 13—16. Entwickelung der Fühler von Calotermes rugosus.

Fig. 13. Fühler der Larve Fig. 3 (50:1); neungliedrig, drittes Glied mit zwei Ringfurchen.

Fig. 14. Fühler einer wenig älteren Larve (50:1); zehngliedrig, drittes Glied mit einer Ringfurche.

Fig. 15. Fühler der Nymphe (50:1); funfzehngliedrig, das dritte Glied in einen oberen beborsteten und einen unteren borstenlosen Abschnitt getheilt. Beim geflügelten Thiere trägt auch letzterer Borsten, die Fühler sind sechszehngliedrig.

Fig. 16. Fühler des Soldaten (25:1).

Fig. 17—25. Mundtheile des Calotermes rugosus.

Fig. 17. Kopf der jüngsten Larve, von oben (50:1) *ol* Oberlippe. *Kb* Kinnbacken. *z* Zunge. *Kt* Kiefertaster. *Kla* Aeussere Kieferlade, an deren Innenseite man die Spitze der inneren Lade sieht. *Lt* Lippentaster. *la* Aeussere, *li* innere Lade der Unterlippe. *f* Erstes Glied des rechten Fühlers. *sp* Speiseröhre. *h* Hirn.

Fig. 18. Vorderer und hinterer Kiefer („Unterkiefer und Unterlippe") der jüngsten Larve, von unten (100:1). Buchstaben, wie in Fig. 17, ausserdem: *kli* Innere Kieferlade. *sp* Speichelgang. *sbg* Speichelblasengang. *sdg* Speicheldrüsengang.

Fig. 18a. Innere Kieferlade, gequetscht.

Fig. 19. Zunge der jüngsten Larve (50:1).

Fig. 20. Kinnbacken einer Larve mit zehn Fühlergliedern, von Oben (90:1).

Fig. 21—23. Mundtheile des Soldaten (25:1). Buchstaben, wie vorher.

Fig. 21. Hintere Kiefer („Unterlippe").

Fig. 22. Vorderer Kiefer („Unterkiefer").

Fig. 23. Oberlippe. — ep. Epistom.

Fig. 24. Zunge des geflügelten Thieres, von der Seite.

Fig. 25. Kinnbacken desselben, von oben (25:1).

Fig. 26. Zunge
Fig. 27. Oberlippe } der jüngsten Larve des Anoplotermes pacificus (50:1).

Taf. XII.

Fig. 28—30. Flügelfortsätze der Brust von Calotermes rugosus.

Fig. 28. Von der jüngsten Larve (50:1). *K* Kopf. *V* Vorder-, *M* Mittel-, *H* Hinterbrust. I—III. Erste bis dritte Rückenplatte des Hinterleibes. Zwischen *V* und *M* das zweite, an den Seiten von I—III drittes bis fünftes Luftloch der linken Seite, letztere drei mit dem Sförmigen blinden Rohre.

Fig. 29. Von einer Larve mit elf Fühlergliedern (25:1). In den Flügelfortsatz der Mittelbrust treten Luftröhren ein, als erste Anlage der späteren Flügeladern. *sc* Subcosta. *m* Mediana. *sm* Submediana.

Fig. 30. Verkümmerter Flügelfortsatz der Mittelbrust des Soldaten (25:1). Buchstaben, wie in Fig. 29.

Fig. 31—35. Zur Entwickelung der Beine.

Fig. 31. Vorderschiene und Fuss der Fig. 1 gezeichneten Larve (90:1). Enddornen der Schienen fehlen. Fussglieder deutlich geschieden.

Fig. 32. Theil der Vorderschiene der jüngsten Larve (200:1). Die Luftröhre theilt sich bei ihrem Eintritt in die Schiene in zwei jetzt noch gleich starke Aeste.

Fig. 33. Die drei ersten Fussglieder des Mittelbeins der jüngsten Larve, von der Sohle (100:1).

Fig. 34. Vorderschiene und Fuss einer 5 Mm. langen Larve (90:1). Enddornen der Schienen vorhanden, der eine Ast der Luftröhre aufgetrieben.

Fig. 35. Ende der Schiene und Fuss vom Mittelbein des geflügelten Thieres 100:1). *h* Haftlappen zwischen den Fussklauen. *lr* Luftröhre, bis in den Haftlappen zu verfolgen. *s* Sehne des Beugemuskels.

Fig. 36. Vorderschiene und Fuss des Arbeiters von Anoplotermes pacificus F. M. (50:1). Die reichliche Behaarung ist weggelassen.

Fig. 37. Ende des Hinterleibes der jüngsten Larve von Calotermes rugosus, von unten. *a* After. *aa* Afteranhänge (appendices anales). *ba* Bauchanhänge (appendices abdominales).

Fig. 38. Darmrohr der jüngsten Larve von Calotermes rugosus, etwas aus seiner natürlichen Lage gezogen (15:1). *vm* Vormagen. *kl* Kauleisten. *md* Mitteldarm (Magen). *bd* Blinddarm. *ed* Enddarm. *hg* Harngefässe.

Fig. 39. Vormagen (*vm*) und Anfang des Mitteldarms (*md*) der Nymphe von Anoplotermes pacificus (8:1).

Fig. 40. Endstück des Vormagens („Kaumagen") einer 3 Mm. langen Larve von Calotermes rugosus (90:1). *rm* Ringmuskeln. *kw* I, *kw* II, *kw* III, Kauwülste erster, zweiter und dritter Ordnung.

Fig. 41. Ein Theil der Kauwülste, aus demselben Vormagen, ausgebreitet (90:1).

Fig. 42. Speicheldrüse (*sd*) und Speichelblase (*sb*) von Calotermes rugosus, Soldat (25:1). *sg* Speichelgang. *sbg* Speichelblasengang. *sdg* Speicheldrüsengang. *lr* In der Speicheldrüse sich vertheilende Luftröhre.

Fig. 43. Zunge (z) mit den Mündungen der Speichelgänge, von Termes saliens F. M., Arbeiter (45:1).

Taf. XIII.

Vertheilung der Luftröhren. In allen Figuren bedeuten: *ll* Luftloch. *s* Sförmiges blindes Rohr. *b* Bauchast. *bv* Vorderer, *bh* Hinterer, *bq* Querer Zweig desselben. *r* Rückenast. *rv* Vorderer, *rh* Hinterer, *rq* querer Zweig desselben. *l* Längszweige zwischen den Querzweigen des Bauchastes. *n* Zweige zu den Bauchnervenknoten.

Fig. 44. Vertheilung der Luftröhren im Hinterleibe von Calotermes rugosus (Larve).

Fig. 45. Dieselbe von Termes saliens (Arbeiter).

Fig. 46. Sechstes (VI) und siebentes (VII) Luftloch des Hinterleibes von der jüngsten Larve des Calotermes rugosus (100:1). Das Sförmige blinde Rohr viel weiter, als die von ihm abgehenden Luftröhren.

Fig. 47. Sechstes (VI) Luftloch des Hinterleibes von einem geflügelten Calotermes rugosus (100:1). *bv* VII Vorderer Zweig des Bauchastes der vom siebenten Luftloch des Hinterleibes entspringenden Luftröhre. Das Sförmige blinde Rohr viel enger, als die von ihm abgehenden Luftröhren.

Fig. 48. Vertheilung der Luftröhren in der Brust der jüngsten Larve eines (namenlosen) Calotermes aus Canella preta (50:1). *vb* Luftröhre des Vorderbeins; *hb* Luftröhre des Hinterbeins.

Fig. 49. Vertheilung der Luftröhren im Flügelansatz der Mittelbrust, von einer erwachsenen Larve des Calotermes Hagenii T. M. (25:1). *rk* Randkanal (später Costa des Flügels). *sc* Subcosta. *m* Mediana. *sm* Submediana.

Fig. 50. Luftloch am Rande der achten Rückenplatte des Hinterleibes, von einem geflügelten Weibchen des Termes saliens F. M. (100:1). — Ich gebe diese Abbildung, weil nach Hagen die Termiten nur sieben Paar Luftlöcher am Hinterleibe haben sollen. —

Itajahy, 31. März 1874.

Fritz Müller.

Haeckelina gigantea.

Ein Protist aus der Gruppe der Monothalamien.

Von

Emil Bessels.

(Hierzu Taf. XIV.)

Die von dem Congress der Vereinigten Staaten Nordamerika's im Jahre 1870 eingesetzte Commission, deren Aufgabe es ist, die Naturgeschichte der See- und Süsswasserfische der Republik zu studiren und über die erzielten Resultate an die Regierung Bericht zu erstatten, hatte im Laufe dieses Sommers ihr Hauptquartier in dem kleinen Fischerdorfe Noank, in der Grafschaft New-London (Connecticut) aufgeschlagen, um von dort aus, auf einem von der Regierung zur Verfügung gestellten Kriegsschiffe, grössere und kleinere Excursionen zur genauen Erforschung des Meeresgrundes zu unternehmen.

Mit Vergnügen begrüsste ich eine Einladung, die von Professor Baird, dem Vorstande der Commission, an mich erging, mich, so weit es meine Zeit gestatten sollte, an den wissenschaftlichen Arbeiten zu betheiligen und einige Wochen am Bord seines Schiffes zuzubringen. Weniger um mich einer anhaltenden Beschäftigung hinzugeben, woran die vergangenen Monate überreich gewesen, sondern lediglich, um mich von einer überstandenen Krankheit zu erholen und der drückenden Hitze eines tropischen Sommers zu entfliehen, begab ich mich vor nunmehr 3 Wochen nach Noank, woselbst ich beinahe 14 Tage verweilte. Beinahe täglich, wenn es die Witterung nur irgendwie gestattete, gingen wir mit dem Dampfer in See und arbeiteten mit Schlepp- oder Zugnetzen, die immer reiche Beute zu Tage förderten. Unsere Fahrten bewegten sich grösstentheils in dem etwa 40 Meilen langen, etwa halb so breiten, Block Island Sound, dessen Tiefe an

keiner Stelle viel mehr als 25 Faden betragen dürfte. Der Boden dieser Lokalität besteht meistens aus Sand und kleinem Geschiebe, er ist seltener schlammig oder felsig; und jede dieser Bodenarten drückt der Fauna, die sie beherbergt, einen charakterischen Stempel auf. Nachdem das Netz an Bord gewunden war, wurde es sofort seines Inhalts entleert, den man in grosse Tröge aus feinem Drahtgewebe brachte und vermittelst eines starken Wasserstrahls der Dampfpumpe, leider etwas zu energisch, auswusch.

Nahezu immer, wenn wir in einer Tiefe von mindestens 12 Faden sandigen Boden bearbeiteten, wurden neben zahlreichen Crustaceen, Anneliden und Mollusken 3 bis 10 Mm. grosse Sandklümpchen heraufgebracht, die, je nachdem sie mehr oder minder vollständig waren, eine annähernd sternförmige Gestalt hatten und in Folge dessen von den anwesenden Herren, welche dieselben schon vor meiner Ankunft bemerkt hatten, „Sand stars" genannt wurden. Man begnügte sich indess einfach mit dieser Benennung, ohne die Organismen, die ich in nachstehenden Zeilen als Haeckelina gigantea beschrieben und abgebildet habe, näher zu studiren.

Wie bereits bemerkt wurde, leben die in Rede stehenden Protisten ausschliesslich auf sandigem Boden, von welchem sie trotz ihrer ansehnlichen Grösse kaum unterschieden werden können, da sie völlig von Sand überzogen sind. Sie sehen eher dem kleineren Conglomerat ähnlich, welches bei dem Verwitterungsprocess einer Strandbildung entsteht, denn einem lebenden Wesen. Erst wenn man den Sand, in welchem sie enthalten sind, in kleinen Quantitäten, in einem Teller voll Wasser betrachtet, und wenn die kleinen Sand- und Schlammtheilchen entfernt worden, gewahrt man ihre mehr oder weniger sternförmige Gestalt, die uns über jeden Zweifel erhebt, dass hier in der That ein organisches Gebilde vorliege.

Die Grundform der Haeckelina können wir als biconvexe Linse von grösserer oder geringerer Curvatur bezeichnen, mit einer Anzahl von Fortsätzen versehen, die beständig in oder nahe der Ebene des grössten Durchmessers liegen. Ebenso wenig wie bei einer nackten Amoebe die Zahl der Fortsätze eine constante ist, ebenso wenig unterliegt die Anzahl der Strahlen bei Haeckelina einem bestimmten Gesetze. Sie ist im höchsten Grade wandelbar. Unter einer grossen Anzahl von Individuen (etwa 300), die ich Revue passiren liess, war das Minimum der Fortsätze gleich 4,

während sich das Maximum auf 15 erhob. An Exemplaren, von welchen man vermittelst eines Pinsels sorgfältig die adhärirenden Schlammtheilchen entfernt hat, gewahrt man schon bei'm ersten Blick, dass diese radienartigen Fortsätze theilweise nackt sind. Ihre Länge wechselt zwischen 2 und 5 Mm. Bald sind sie spindel- bald cylinderförmig, bald erscheinen sie glatt oder varicös. Ihre Enden sind entweder spitz zulaufend oder kolbig angeschwollen, häufig dichotom oder gar dreitheilig und zuweilen zeigt der eine oder andere der Fortsätze in seiner Mitte Tendenz zur Ramification. Alle diese Variationen findet man meistens in einem Individuum vertreten (vergl. Fig. 1 der Tafel XIV). Mitunter sind im Protoplasma grössere Sandkörner, gleich jenen der Schale, eingebettet, immer aber finden sich in der Masse ihrer Oberfläche mikroskopische Partikelchen verschiedener Mineralien vor. Die von dem Schaalenrande entspringenden Röhren, welche diese ihrer grössten Länge nach nackten Fortsätze an ihrem Basal-Ende umschliessen, variiren gleichfalls in Länge. Man trifft solche, die sich kaum merklich über den Schalenrand erheben, während die Länge anderer den sechsten Theil des ganzen Durchmessers der Schale beträgt.

Lange und oft hatte ich diese sternförmigen Organismen betrachtet, ohne irgendwelche Bewegungs-Erscheinungen an ihnen wahrgenommen zu haben, bis endlich, als wir an einem kühlen Abende von einer Excursion heimgekehrt, einer derselben, welchen ich in einem flachen Uhrglase ruhig sich selbst überlassen und unter das Mikroskop gebracht hatte, seine Pseudopodien auf das Schönste entfaltete. Aber kaum hatte ich Zeit ihre Gestalt und die in ihnen stattfindende Protoplasmaströmung ordentlich zu studiren, als sie wieder eingezogen wurden und der Organismus regungslos, wie zuvor, liegen blieb. Wie gewöhnlich setzte ich mehrere der Uhrgläser mit je einer oder zwei Haeckelinen in ein grosses flaches Gefäss, dessen Wasser täglich drei bis vier Mal gewechselt wurde. Obschon ich die Protisten beinahe stündlich mit der grössten Vorsicht unter das Mikroskop brachte, ohne sie aus den Uhrgläschen zu entfernen, so konnte ich doch niemals Bewegungs-Erscheinungen wahrnehmen. Die Organismen waren so zarter Natur, dass sie, kaum dem Meeresgrunde entnommen, auch sofort starben. Alle Versuche sie am Leben zu erhalten, scheiterten, ohne dass ich mir der Ursache bewusst wurde. Ich brachte Einzelne in eine grosse Schale, deren Boden mit rein gewaschenem Meeressande bedeckt war, ohne indess meine Bemühungen

von dem geringsten Erfolge begleitet zu sehen. Da meiner Ansicht nach alle äusseren Lebensbedingungen erfüllt zu sein schienen, konnte die Sterblichkeit nur noch in einer etwaigen Temperatur-Differenz zwischen dem Wasser auf dem Meeresgrunde, und demjenigen in den Gefässen, welche die Haeckelinen beherbergten, gesucht werden. So oft das Schleppnetz in die Tiefe gesenkt wurde, beobachteten wir auch gleichzeitig die Bodentemperatur der betreffenden Stelle, vermittelst eines Miller-Casella'schen Thermometers, die an den Fundorten der Haeckelina nie über 12°7 Cels. betrug. Als ich, diese Verhältnisse in Betracht ziehend, ein Thermometer in die Gefässe stellte, die meine Protisten enthielten und in denselben die Quecksilbersäule auf 26° und darüber steigen sah, wurde mir die Ursache der Sterblichkeit sofort klar. Von nun ab wurde der Sand, wie er dem Schleppnetze entnommen war in grosse Gläser gebracht, die ich in den Eiskeller des Dampfers setzen liess und ich hatte die Freude, die Organismen am Leben erhalten zu können. Leider machte ich diese Erfahrung erst 2 Tage ehe ich Noank verlassen musste, wesshalb diese Zeilen nicht auf die Vollständigkeit Anspruch machen können, die ich im Stande gewesen wäre, ihnen unter günstigeren Verhältnissen angedeihen zu lassen. Ausserdem waren meine optischen Hilfsmittel für die vorliegenden Zwecke nicht ganz genügend, da ich mein Mikroskop bei Gelegenheit eines Schiffbruches verloren hatte und die Instrumente, die mir von der Fisch-Commission zur Verfügung gestellt waren, keine starken Vergrösserungen besassen.

Unterwerfen wir nun die Haeckelina einer genaueren Betrachtung. Die Form derselben, die lebhaft an Tinoporus baculatus (Montfort) var. australis [1]) erinnert, haben wir bereits kennen gelernt. Allein diese Aehnlichkeit ist nur eine äussere und gilt nur von dem Gehäuse, welches dort (bei Tinoporus) kalkig und vielkammerig, hier vorherrschend kieselig und einkammerig ist. Dort haben wir eine homogene Kalkschale, hier ein Gehäuse von dem Charakter desjenigen der Röhrenwürmer, dessen Struktur von dem Zufall abhängt und dessen Aussehen ein treues Bild des Bodens gibt, auf welchem der Organismus lebt.

Die Härte der Umhüllung hängt von dem Material ab, welches die Schale zusammensetzt. Je feinkörniger, dieses Material, desto

1) Introduction to the study of the foraminifera. By William B. Carpenter, William R. Parker and Rupert Jones. Published by the Ray Society, London 1862. Tafel XV.

weicher ist die Schale, deren Härte mit zunehmender Grösse der hüllebildenden Bestandtheile wächst. Exemplare, die so weich sind, dass sie mit Leichtigkeit vermittels einer feinen Präparirnadel durchstochen werden können sind selten. Meist findet man solche, von deren Oberfläche die Spitze der Nadel oder des Skalpel knirschend abrutscht. Wir waren nicht in der Lage, in die Natur des Bindemittels, welches die einzelnen Körnchen vereinigt, einen näheren Einblick zu erhalten. Die Kittsubstanz ist in verdünnten Säuren und Alkalien leicht löslich. Meistens zerfällt die Schale in ihre körnigen Bestandtheile, nachdem sie $^1/_2$ bis 1 Stunde in achtprocentiger Kalilauge oder in zehnprocentiger Salz- oder Salpeter-Säure gelegen. Ihre Dicke richtet sich nach den sie zusammensetzenden Elementen, in welchen wir braune, gelbliche oder auch weisse Quarzkörner erkennen. Meistens bestehen die grösseren aus hellem Quarz, während die kleineren (oft ganz feines Pulver), welche wir zwischen den grösseren eingelegt finden eine dunkelbraune Farbe haben und undurchsichtig sind. Kohlenrauren Kalk fanden wir niemals unter den Bestandtheilen; wenigstens liess sich weder mit freiem Auge noch unter dem Mikroskop bei Zusatz von Säure ein Entweichen von Gasblasen erkennen. Nicht selten sah ich kleine Eisenpartikelchen (Magneteisen?), die auf eine magnetische Präparirnadel übersprangen und nachdem sie in Säure gelöst waren, mit Rhodankalium die charakteristische Reaction gaben, oder winzige Steinkohlen- sowie Glaukonitkörnchen. Gewöhnlich trifft man die grössten Körner in der Mitte der Schale, doch sieht man zuweilen auch, dass die radienartigen Fortsätze derselben (Fig. 1 *a*) nur aus wenigen grossen zusammengekitteten Quarzfragmenten bestehen. Wie oben bemerkt wurde, sind diese Strahlen hohl und umschliessen theilweise die langen, nach aussen ragenden Protoplasma-Fortsätze. Dieselben sind von dunkelbrauner Farbe und können nicht in das Innere der Schale zurückgezogen werden; sie besitzen so wenig Contractilität, dass äussere Reize kaum eine Wirkung auf sie ausüben, dass selbst ein ziemlich starker Inductionsstrom kaum eine merkliche Aenderung ihrer Form herbeiführt. Dabei sind sie indessen nicht starr, sondern weich und biegsam, so biegsam, dass sie sich grösstentheils der Schale innig anschmiegen, sowie man einen der Organismen vermittelst einer Pincette aus dem Wasser nimmt. Von diesen Fortsätzen, und nur von ihnen allein, werden die Pseudopodien ausgestreckt und meistens sind es die freien Enden, welche dies thun. Da diese Fortsätze von bedeutender Dicke sind und

da ihnen ausserdem in der Mehrzahl der Fälle kleine Sandkörner anhaften, kommt die Anwendung eines Deckgläschens oder einer starken Vergrösserung völlig ausser Frage. Figur 2 unserer Tafel stellt einen Theil der Spitze eines jener Fortsätze in 120facher Vergrösserung dar. In ihr erblicken wir die tiefbraune Protoplasmamasse die an ihrem Rande von einer hellen Zone umgeben ist, welche die Pseudopodien entsendet. Dieselben sind entweder gerade oder wellenförmig geschlängelt; bald verlaufen sie isolirt oder sie gehen mit ihren Nachbarn Anastomosen ein, welche sich insularisch ausbreiten und zeigen die charakteristische Körnchenströmung. Diese Anastomosen resultiren nicht nur aus der Verbindung der Pseudopodien eines Armes unter sich, sondern man sieht auch, dass sich diejenigen verschiedener Arme zu einem gemeinsamen dichten Netzwerke vereinigen. Man ist im Stande, die Masse der Pseudopodien schon mit freiem Auge zu erkennen, ohne dabei indessen die einzelnen Fäden unterscheiden zu können. Hält man eine der entfalteten Haeckelinen in einem Uhrglase gegen das Licht, so bemerkt man, dass sie von einem milchweissen, opalisirenden Hofe umgeben ist, der gewisse Aehnlichkeit mit dem Byssus junger Mytilen hat, deren Schaalen sich eben zu bilden beginnen. Wie sich Mytilus mit einem Byssus an fremden Gegenständen festsetzt, so befestigt sich auch die Haeckelina vermittelst ihrer Pseudopodien an den Wandungen des sie beherbergenden Gefässes und kriecht einer Amoebe gleich an denselben umher. Direct haben wir an erwachsenen Individuen keine Locomotion beobachtet, aber wir bemerkten in einem Glascylinder, auf dessen Boden sich mehrere der Protisten befanden, eines Morgens ein Exemplar, welches während der Nacht, in etwa 8 Stunden, ohngefähr 15 Mm. in die Höhe gekrochen war. Dabei war dasselbe nur mit zweien seiner Fortsätze befestigt und stand horizontal auf der Wandung des Gefässes mit einer grossen Axe in der Richtung derjenigen des Cylinders, was bei der beträchtlichen Grösse und Schwere des Exemplars eine bedeutende Adhäsionskraft voraussetzt.

Ausser den eigentlichen Pseudopodien sieht man zwischen den Varicositäten einzelner Arme noch Protoplasmanetze ausgespannt (Fig. 3), in welchen man deutliche Körnchenströmungen wahrnimmt und die nicht eingezogen werden, wenn man den betreffenden Arm mit einer Nadel reizt, bei welcher Gelegenheit die Pseudopodien selbst verschwinden. Der optische Ausdruck dieses Protoplasmanetzes ist nicht verschieden von dem der Pseudopodien.

Ebenso wie diese Letzteren Diatomeen und andere kleine Organismen umschliessen, gewahrt man auch in diesen Netzen Fremdkörper, die den Haeckelinen als Nahrung dienen. Oft ragen diese Netze, auf welche wir weiter unten noch zurückkommen werden, weit über den Contour des Armes hervor und lassen sich in vielen Fällen recht gut mit freiem Auge als dünner, membranartiger Anhang erkennen. Zerzupft man Theile der frei nach aussen ragenden Arme und bringt dieselben unter das Mikroskop, so sieht man ein schmutzigbraunes Protoplasma mit dunkleren Körnchen von unregelmässiger Gestalt und dazwischen gelagerten äusserst zahlreichen Fremdkörpern, als Sand, Diatomeengehäusen u. s. w. Die Letzteren sind oft in so grosser Menge vorhanden, dass das ganze Gewebe aus ihnen zusammengesetzt scheint. Im Inneren des von der Schale umgebenen Protoplasma findet man dieselben weit spärlicher, so dass es den Anschein hat, als liege hier schon eine gewisse Differenzirung vor, als hätten die Arme die Function der Nahrungsaufnahme und Weiterbeförderung der nährenden Säfte übernommen.

Um die Hauptmasse des Protoplasma, welches im Inneren des Gehäuses liegt, zur Anschauung zu bringen, muss man die Organismen öffnen. Reinigt man eine Haeckelina, so weit dies möglich ist, von den ihr anhaftenden Sandtheilchen, indem man sie gelinde zwischen Daumen und Zeigefinger reibt und führt man alsdann vermittelst einer scharfen Scheere einen raschen Schnitt durch die Schale, so erblickt man das Protoplasma in Form von 3 bis 5 klebrigen, gelblichen Fäden, die an der Scheere haften bleiben. Bei etwa 400maliger Vergrösserung (Fig. 4) betrachtet, erscheint dasselbe, im Gegensatze zu der Substanz der Fortsätze, als weissgraue Masse mit lappigen, scharf contourirten Rändern. In derselben eingebettet liegen kleine, runde oder längliche Körnchen[1]) von etwas dunklerer Farbe als die Matrix; ausserdem gewahrt man noch weit grössere, stark lichtbrechende Körperchen, die sich vielleicht als Fett-Tröpfchen erweisen dürften, sowie äusserst spärliche Diatomeengehäuse. Nicht selten sah ich, in dem Protoplasma eingebettet, Kugeln von etwa 12- bis 15fachem Durchmesser der soeben erwähnten stark lichtbrechenden Körperchen, deren gelbliche Hülle sich als aus mehreren Schichten bestehend erwies

1) Ich muss bemerken, dass ich nicht in der Lage bin, hier absolute Maasse anzugeben, da ich nicht in dem Besitze eines Mikrometers war, als diese Untersuchungen angestellt wurden.

(Fig. 4 *b*). Jede dieser Kugeln umschloss eine Anzahl kleinerer, die von einer hellen Zone umgeben waren; sie sahen aus wie Eier in dem letzten Stadium der Furchung begriffen. Ob diese Gebilde zu der Haeckelina gehören, ob sie in irgend einer näheren Beziehung zu ihr stehen, bin ich nicht im Stande zu entscheiden; doch möchte ich es nicht unterlassen, auf die Aehnlichkeit hinzuweisen, welche dieselben mit gewissen encystirten Moneren haben.

Diese, an und für sich äusserst spärlichen Resultate, bezüglich der Hauptmasse des Protoplasma, ergab die Untersuchung lebender Organismen; mehr Aufschluss über die Structur derselben konnte ich nicht erhalten.

Als ich eine Anzahl von Spiritus-Exemplaren durchmusterte, um die Variation der Form zu studiren und mit einer Präparir-Nadel die anhaftenden Sandkörnchen zu entfernen versuchte, fand ich, dass sich die Schale leicht in kleinen Stückchen abheben liess, ohne dass es mir jedoch auf diese Weise gelungen wäre, die Protoplasmamasse in continuo herauszupräpariren. Desshalb erhärtete ich einige Haeckelinen in starkem Alkohol, befestigte sie alsdann mit einer concentrirten Gummilösung auf dem Boden eines Uhrgläschens und begann die Schale an dem Rande einzuschneiden. Mit geringer Mühe hob ich auf diese Art die obere Hälfte der Hülle ab und legte die innere Protoplasmamasse bloss. Während die freien, nach aussen ragenden, leicht abbrechenden Fortsätze, die wir oben kennen gelernt, von dunkelbrauner Farbe sind, ist das von der Schale umschlossene Protoplasma schmutzig gelblich weiss. Dasselbe füllte die Schale nicht völlig aus, sondern war um $^1/_6$—$^1/_8$ seines Total-Durchmessers von dem Rande derselben zurückgezogen. Ob diess auf einer durch den Alkohol hervorgerufenen Schrumpfung beruht oder ob der Organismus bei Lebzeiten das ganze Gehäuse erfüllt, liess sich nicht entscheiden. Die frei gelegte Protoplasmamasse hat die Form einer riesenhaften Gymnamoebe mit ausgestreckten Fortsätzen, die indess nur theilweise den Perforationen der Schale entsprechen. Bei einem besonders grossen Exemplar, welches ich secirte, waren ursprünglich 11 nach aussen ragende Fortsätze vorhanden, während die Protoplasmamasse deren 19 zeigte. Die Vertheilung der kleineren, nicht protractilen, war derart, dass 4 davon einzeln zwischen je 2 der grösseren standen, während die vier übrigen zu einer Gruppe vereinigt waren. Dieses grosse Exemplar, sowie mehrere andere, die ich zuvor ihrem Gehäuse entnommen hatte, erhärtete ich noch

einige Tage in absolutem Alkokol und fertigte alsdann eine Anzahl von Querschnitten an.

Bevor wir aber einen Blick auf die Letzteren werfen, wollen wir eine ganze, freigelegte Haeckelina in Augenschein nehmen, die in Alkohol erhärtet und mit einer Lösung von Canada-Balsam in Alkohol, soweit als möglich, durchsichtig gemacht worden ist, ohne der Wirkung von Nelkenöl oder Benzol ausgesetzt gewesen zu sein, die das Protoplasma und seine Elemente zu sehr verändern würden. Die ansehnliche Dicke des Objects verbietet die Anwendung einer starken Vergrösserung schon von selbst. Bei etwa 120facher hat das ziemlich opake, an seinen Rändern durchscheinende bis schwach durchsichtige Protoplasmaklümpchen dieselbe gelblich braune Farbe, deren wir oben erwähnt und die durch längeres Liegen in Balsam zu dunkeln pflegt. Von Details der Structur ist in der Mitte des Objects keine Spur wahrzunehmen — sie erscheint als homogene Masse. An den Rändern dagegen gewahrten wir die zuvor beschriebenen Elemente: die kleinen Körnchen, sowie die vermuthlichen Fett-Tröpfchen. An einzelnen Stellen sieht man lappig hervorgequollenes Protoplasma mit denselben Bestandtheilen, während andere, die unversehrt geblieben, einen hellen Hof zeigen, der sich nach Aussen hin durch eine scharfe Linie abgrenzt, ähnlich wie auf dem in Fig. 5 dargestellten Querschnitt.

Von Vacuolen-Bildung war an ganzen Exemplaren keine Spur zu erblicken; dagegen sah ich an Querschnitten, welche so nahe als möglich senkrecht zu der kleinen Axe der Organismen angefertigt waren, scharfbegrenzte rundliche Hohlräume (Fig. 5 *vv*), die ich geneigt bin, als Vacuolen aufzufassen. Ausserdem bemerkt man noch langgestreckte Oeffnungen, wie *v'* derselben Figur zeigt. Ich bin indess weit entfernt davon, diese Ansicht als sicher begründet zu betrachten, da die genannten Hohlräume vielleicht von Fremdkörpern herrühren mögen, die in dem Protoplasma eingelagert waren und bei dem Zerschneiden desselben herausfielen; doch möchte ich bemerken, dass ausser den wenigen Diatomeenschalen, deren ich oben erwähnte, überhaupt keinerlei Fremdkörper bemerkt wurden, deren Grösse mit derjenigen der fraglichen Vacuolen übereinstimmte, es seien denn die beschriebenen maulbeerartigen Kugeln (Fig. 4 *b*); aber selbst diese sind stets kleiner als die Hohlräume. Andere Maschen, wie die genannten (— die ausserdem so spärlich auftreten, dass man in einer Haeckelina selten mehr als 10 bis 15 gewahrt —) zeigt das an und für sich homogene Protoplasma auf dem Querschnitte nicht. Dasselbe

bietet denselben Anblick, wie die ganz betrachteten Organismen in der Nähe ihrer Ränder, woselbst sie durchsichtiger zu werden beginnen als in ihrer Mitte; es besteht ganz aus denselben Elementen, nur dass die Veränderung, welche die Letzteren durch die Einwirkung des Alkohols und des Balsams erfahren haben, deutlicher in die Augen fallen, da man sich bei dem dünneren Object einer stärkeren Vergrösserung bedienen kann. Der natürliche Aussenrand dieser Querschnitte ist von einer sehr hellen, beinahe farblosen Zone umgeben, die nach aussen von einer scharfen, nach innen von einer mehr zerrissenen, durch die körnigen Elemente des Protoplasma gebildeten Linie begrenzt ist.

Zuweilen bemerkte ich in den Uhrgläsern, welche meine Haeckelinen einige Zeit beherbergt hatten, kleine hellbraune Protoplasmaklümpchen (Fig. 6), die amöboide Bewegungen ausführten und die auf die geringsten Reize äusserst kräftig reagirten. Ich hielt dieselben für Jugendzustände und ich sollte meine Vermuthung später gerechtfertigt finden. Als ich ein ausgewachsenes, lebenskräftiges Exemplar, welches zwischen zwei Varicositäten einer seiner Arme, ein in Fig. 3 abgebildetes Protoplasma-Netz ausgespannt hatte, längere Zeit unter dem Mikroskop beobachtete und gelegentlich mit einer Nadel von seiner Stelle zu schieben versuchte, rissen Theile dieses Netzes von dem Arme ab und blieben auf dem Boden des Uhrglases haften. In den dasselbe bildenden Inseln, wenn dieser Ausdruck statthaft ist, erfolgten sodann Bewegungserscheinungen, indem mehrere dieser Plasma-Centren sich zu einer gemeinsamen continuirlichen Masse vereinigten, die sich kugelig zusammenzog und regungslos dalag. Nach einiger Zeit begannen die Bewegungen wieder, die Klümpchen streckten Fortsätze aus und krochen wie Amöben auf der Glasunterlage umher. Figur 6 *a* stellt eine junge, auf diese Weise entstandene Haeckelina dar, die zwei spiessartige Fortsätze ausstrahlt. In Fig. 6 *b* erblicken wir denselben Organismus, etwa 10 Stunden nachdem er von dem Mutterarme losgerissen, mit einer grösseren Anzahl, theils spitzer, theils stumpfer Fortsätze, in welchen lebhafte Körnchenströmung vor sich geht. Ich beobachtete denselben öfter während 5 Tagen, ohne eine Grössenzunahme gewahren zu können; er zog sich bald zusammen, bald streckte er seine Fortsätze aus und einmal erblickte ich an dem Ende eines derselben (Fig. 6 *d*) zahlreiche feine Pseudopodien, im Mittel von der Gesammtlänge des ganzen Klümpchens, die sich radienartig ausbreiteten und theilweise ramificirten. Weiter gelang es mir nicht, die

Entwickelung zu verfolgen, doch fand ich nicht selten in dem Sande, der mit den Haeckelinen aus der Tiefe gefördert wurde, amöbenartige Protoplasmaklümpchen (Fig. 7) von 0,20 Mm. bis 0,25 Mm. Grösse und von tief dunkelbrauner Farbe, ähnlich derjenigen der Arme. Ich glaube, wir dürfen diese Klümpchen ohne Zweifel als Jugendform unseres Protisten betrachten, zumal ich in der Oberfläche der Plasmamasse oft kleine Quarzkörnchen eingebettet fand, ähnlich wie bei den erwachsenen Exemplaren; aber in keinem Falle konnte ich an diesen kleinen Individuen irgendwelche Schalenbildung beobachten. Sie streckten wie die jüngeren, durchsichtigeren Formen, Fortsätze aus, die Diatomeen umschlossen, aber nie sah ich Pseudopodien; ebenso wenig gelang es mir Vacuolen zu entdecken. Ein grösseres, 1 Mm. langes Exemplar (Fig. 8) spreche ich ohne jegliches Bedenken als Jugendform an, zumal dasselbe schon mehr die Gestalt der erwachsenen Organismen hatte, trotzdem es noch jeglicher Hülle entbehrte. Wie das in Fig. 7 abgebildete Individuum, hatte auch dieses bereits kleine Sandkörnchen auf seiner Oberfläche angeheftet, sowie Nadeln eines Kieselschwammes. Pseudopodien wurden niemals wahrgenommen, auch streckte dasselbe keine Fortsätze aus, sondern war äusserst träge in seinen Bewegungen — beinahe völlig regungslos. Da nun in den jüngsten Stadien ächte Pseudopodien auftreten, in den etwas älteren aber nur stumpfe Fortsätzchen, die für die Amöben charakteristisch sind und da die noch mehr vorgerückten Individuen sehr geringe Bewegungserscheinungen an den Tag legen, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass der eigentlichen Schalenbildung eine Art Ruhezustand vorangehe. Wahrscheinlich differenzirt sich die Protoplasma-Masse in Ecto- und Entosark, wobei sich die auf diese Weise gebildete Hülle mit den mehrfach erwähnten Sandkörnern belastet.

Das kleinste, mit einer Schale versehene Exemplar, das mir zu Gesicht kam, maass 2,5 Mm., ohne die weichen Arme, die abgebrochen waren. Die Schale war noch sehr weich und bestand aus ganz feinem, schlammartigem Pulver, welches sich mit einiger Mühe abpinseln liess, wobei indess das Exemplar in mehrere Stücke zerbrach. Fragmente der Hülle, die ich weiter untersuchte, waren die von dem Sandpulver hervorgebrachten Eindrücke abgerechnet, völlig structurlos. Im Gegensatze zu dem Protoplasma, welches sich äusserst rasch mit Carmin tingirt, wurden diese davon durchaus nicht geröthet, doch färbten sie sich etwas mit Anilin.

Ausser dieser mechanischen Vermehrung, durch zufällige Ab-

trennung einzelner Protoplasmapartikelchen, haben wir keine andere Art von Fortpflanzung direct beobachten können und doch deuten Funde, die ich kurz vor meiner Abreise von Noank machte, mit ziemlicher Bestimmtheit darauf hin, dass sich die Haeckelina auch durch Sprossung und zwar wahrscheinlich ausschliesslich durch Sprossung vermehre.

Da die Ausbeute an Bord des Dampfers nur verhältnissmässig wenige vollständige, mit den weichen Armen versehene Exemplare lieferte, weil das Schleppnetz zu gross war und durch das bedeutende Gewicht seines Inhalts die zarteren Theile zerstört wurden, so bediente ich mich eines Nachmittags einer kleinen, von der Fisch-Commission gecharterten Segel-Yacht, die mir Professor Baird, wie alles Andere, mit der grössten Liberalität zur Verfügung stellte. Da ich nur zwei Mann zur Bedienung des Fahrzeugs hatte, so konnte ich bei nahezu völliger Windstille nur ein sehr kleines Schleppnetz gebrauchen, was sich jedoch als sehr günstig herausstellte. Etwa 2 Meilen südöstlich von der Mitte der Ostküste von Fischers Island, wo eine Lothung in 21 Faden sandigen Boden ergab, warfen wir das Netz aus und als wir es einholten, nachdem wir ohngefähr 100 Fuss weit getrieben worden, zeigte sich dasselbe ganz erfüllt von Sand, der zu meinem grossen Erstaunen etwa ein Drittel seines Volums an Haeckelinen enthielt. Als ich denselben sorgfältig vermittelst eines Löffels in die in Eis stehenden Glasgefässe transportirte, bemerkte ich, dass oft 3 oder 4 Individuen mit ihren weichen Armen ziemlich fest vereinigt waren und auf diese Weise Colonieen bildeten[1]), die grosse Strecken des Meeresgrundes vollständig zu überziehen scheinen. Ja ich fand sogar Complexe, die trotz der rohen Behandlung mit dem Schleppnetze, als sie zu Tage gefördert wurden, noch aus 8 bis 10 Individuen bestanden. Diese Entdeckung veranlasste mich noch andere Localitäten der Umgebung zu untersuchen, nachdem ich zuvor meine Position durch eine Anzahl von Sextantenwinkeln mit Objecten der nahen Küste festgelegt hatte, um sie später wieder auffinden zu können. Als ich an anderen Stellen vollständig die gleichen Verhältnisse traf, fuhr ich nach dem Lande zurück und holte eine Marret'sche „waterbottle" von bedeutendem Durchmesser, die ich als das einzige erreichbare Instrument betrachtete, um Grundproben in ihrer annähernd natürlichen Lagerung zu er-

1) Diese Colonieen bieten im Grossen eine gewisse Aehnlichkeit mit denjenigen von Myxodictum sociale. Vergl. Studien über Moneren und andere Protisten von Ernst Haeckel. Leipzig, Wilh. Engelmann 1870. Tafel 2.

halten. Der Versuch gelang besser, als ich erwartet hatte. So oft der mit Wasser und Sand gefüllte Cylinder heraufgezogen wurde, schraubte ich das untere Ventil sorgfältig ab und erhielt jedes Mal grössere oder kleinere Haeckelinen-Colonieen. Ueberall, wo der Meeresboden in einer Tiefe von mindestens 14 Faden aus Sand bestand, war er dicht mit Haeckelinen bedeckt, so dicht, dass deren Masse derjenigen des Bathybius kaum nachsteht [1]).

Wir können wohl schwerlich annehmen, dass sich die einzelnen Individuen erst dann zu Colonieen vereinigen, nachdem sie ihre definitive Gestalt erlangt haben; sondern alle Anzeichen deuten darauf hin, dass diese Stöcke durch Sprossung entstehen [2]). Man wird niemals zwei Individuen finden, deren Arme sich kreuzen (Fig. 9 *a*), sondern letztere sind entweder durch ihre Enden mit einander verbunden, oder die Spitze des Armes eines Individuums entspringt an irgend einer Stelle der Arm-Oberfläche des anderen Zuweilen ist es schwierig zu entscheiden, wie weit ein Arm der 2 Individuen verbindet, dem einen oder dem andern angehört, da sich absolut keine Demarcations-Linie auffinden lässt.

Mitunter gewahrt man Individuen (Fig. 9 *b*) die einen Arm zu ganz übermässiger Entwickelung bringen, so dass seine Proto-

1) Vielleicht ist die Kluft, die zwischen dem eigentlichen Bathybius und der Haeckelina besteht, nicht so gross, als sie anfangs zu sein scheint. Während der letzten amerikanischen Nordpol-Expedition fand ich in 92 Faden Tiefe in dem Smith-Sunde grosse Massen von freiem, undifferenzirtem, homogenen Protoplasma, welches auch keine Spur der wohlbekannten Coccolithen enthielt. (Annual Report of the Secretary of the Navy on the Operations of the Department for the year 1873. Washington: Government Printing Office 1873 pag. 546 in: Memorandum on the mort important discoveries of the expedition, submitted by Dr. Emil Bessels.) Wegen seiner wahrhaft spartanischen Einfachheit nannte ich diesen Organismus, den ich lebend beobachten konnte, **Protobathybius.** Derselbe wird in dem Reisewerk der Expedition abgebildet und beschrieben werden. Ich will hier nur erwähnen, dass diese Massen aus reinem Protoplasma bestanden, dem nur zufällig Kalktheilchen beigemischt waren, aus welchen der Seeboden gebildet ist. Sie stellten äusserst kleberige, maschenartige Gebilde dar, die prächtige amöboide Bewegungen ausführten, Carminpartikelchen, sowie andere Fremdkörper aufnahmen, und lebhafte Körnchenströmung zeigten. Denken wir uns nun die Protoplasmalappen dieses Netzes von Schalen umgeben, so erhalten wir den Haeckelinen ähnliche Gebilde, welchen nur die Pseudopodien fehlen, die uns indess von keiner besonderen Bedeutung zu sein scheinen.

2) Ich erinnere daran, dass Schneider in Müller's Archiv Rhizopoden beschreibt, die sich durch Sprossung vermehren; aber leider stehen mir nur wenige der letzten Bände dieses Werkes zur Disposition, so dass ich darauf verzichten muss, den betreffenden Jahrgang zu consultiren.

plasmamasse der in der Schale enthaltenen nahezu gleich kommen dürfte. Gewöhnlich sind diese Arme an ihrem freien Ende kolbig angeschwollen und es ist wohl wahrscheinlich, dass sich an diesen Stellen ein neues Individuum bildet. Ich möchte hier noch beiläufig bemerken, dass der Sand, der mit den Haeckelinen-Colonieen heraufgebracht wird, theilweise kleberig ist und dass man ihn nicht leicht in seine Körner isoliren kann. Bei mässiger Vergrösserung sieht man, dass er von zahllosen Protoplasmanetzen durchzogen wird, die aber niemals Contractionserscheinungen oder Körnchenströmung zeigen.

Es wäre wünschenswerth, dass Jemand unter günstigeren Bedingungen, als es dem Schreiber dieser Zeilen vergönnt war, diese Verhältnisse aufzuklären suchte; jedenfalls dürften Untersuchungen, die bei kühler Witterung, im Herbst oder Frühling, ausgeführt würden, interessante Resultate versprechen und das Material ist so überaus leicht zu jeder Zeit zur Hand.

Block Island Sound ist nicht die einzige Lokalität, an welcher die Haeckelinen bis jetzt gefunden wurden, denn wie mir Professor Verrill, der die Sondirungen leitet, mittheilte, fanden sich dieselben im vergangenen Jahre in grosser Menge in der Nähe von Portland, an der Küste Maine's, wo die Fisch-Commission damals die Sommermonate zubrachte. Wie weit sich der Verbreitungsbezirk nach Süden erstreckt, ist nicht bekannt; da die Haeckelina bis jetzt indess nur in verhältnissmässig kaltem Wasser aufgefunden wurde (die Temperatur-Verhältnisse der unteren Wasserschichten von Portland scheinen, soweit sich nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen schliessen lässt, denen von Block Island Sound analog zu sein), so lässt sich wohl annehmen, dass sie nicht sehr weit nach Süden reichen werden.

Smithsonian Institution, Washington,
im September 1874.

Dr. Emil Bessels.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XIV.

Fig. 1. Vollständiges Exemplar der Haeckelina gigantea. Vergr. $\frac{15}{1}$.
Man gewahrt die aus grösseren und kleineren Quarzkörnern zusammengesetzte Schale, die in unserer Abbildung elf röhrenförmige Oeffnungen (*a*) besitzt, aus welchen die nicht contractilen Fortsätze (*b*) hervorragen.

Fig. 2. Theil der Spitze eines Armes mit ausgestreckten Pseudopodien. Vergr. $\frac{120}{1}$.
Die tiefbraune Protoplasmamasse ist von einem lichteren Hofe umgeben, welcher die Pseudopodien entsendet, die entweder gerade oder geschlängelt verlaufen, theils unter einander anastomosiren und kleine Protoplasma-Inseln bilden.

Fig. 3. Zwei Varicositäten eines Armes, mit dazwischen gelagertem Protoplasma-Netz. Vergr. $\frac{120}{1}$.

Fig. 4. Protoplasma, dem Innern der Schale entnommen. Vergr. $\frac{350}{1}$.
aa kleine, stark lichtbrechende, gelblich gefärbte Körperchen (wahrscheinlich Fett-Tröpfchen). *bb* die im Text beschriebenen, in Furchung begriffene Kugeln; vielleicht Jugendformen von Haeckelina oder andere encystirte Protisten.

Fig. 5. Querschnitt der erhärteten Protoplasma-Masse. Canadabalsam-Präparat. Vergr. $\frac{350}{1}$.
In dem längeren und oberen Fortsatze liegt eine der eben genannten Kugeln, deren Inhalt durch die Einwirkung des Alkohols geschrumpft ist. *v* und *v*[1] zweifelhafte Vacuolen.

Fig. 6. Jugendliche Haeckelinen, durch gewaltsame Abtrennung von dem Mutterarme entstanden. Vergr. $\frac{350}{1}$.
a Junges, soeben abgelöstes Individuum mit 2 kleinen spiessartigen Fortsätzchen. *b* Dasselbe Individuum, etwa 10 Stunden später mit einer grösseren Anzahl stumpfer und spitzer Fortsätze, in welchen man bereits lebhafte Körnchenströmung wahrnehmen kann. *c* Dasselbe Individuum etwas mehr contrahirt; die Fortsätze theilweise eingezogen, während sich andere verkürzt haben. *d* Dasselbe Individuum 4 Tage nach seiner Ablösung. Einer der stumpfen Fortsätze entsendet eine Anzahl von Pseudopodien, die sich theilweise ramificiren.

Fig. 7. Aelterere Haeckelina. Vergr. $\frac{120}{1}$.

Fig. 8. Noch weiter entwickeltes Individuum, welches der erwachsenen Form schon ähnlicher ist; scheint im Begriffe zu stehen, ein Gehäuse zu bilden. Einer der Arme trägt eine Anzahl Spicula eines Kieselschwammes.

Fig. 9. *a* Haeckelinen-Colonie; theilweise mit feinem Schlamme bedeckt. Natürliche Grösse. Die einzelnen Individuen zeigen die verschiedenen Arten der Vereinigung vermittelst der Arme. *b* Isolirtes Individuum, dessen einer Arm sehr beträchtlich verlängert ist. $\frac{1}{3}$ über natürliche Grösse.

Zur Lehre von der Struktur der Zellen.

Von

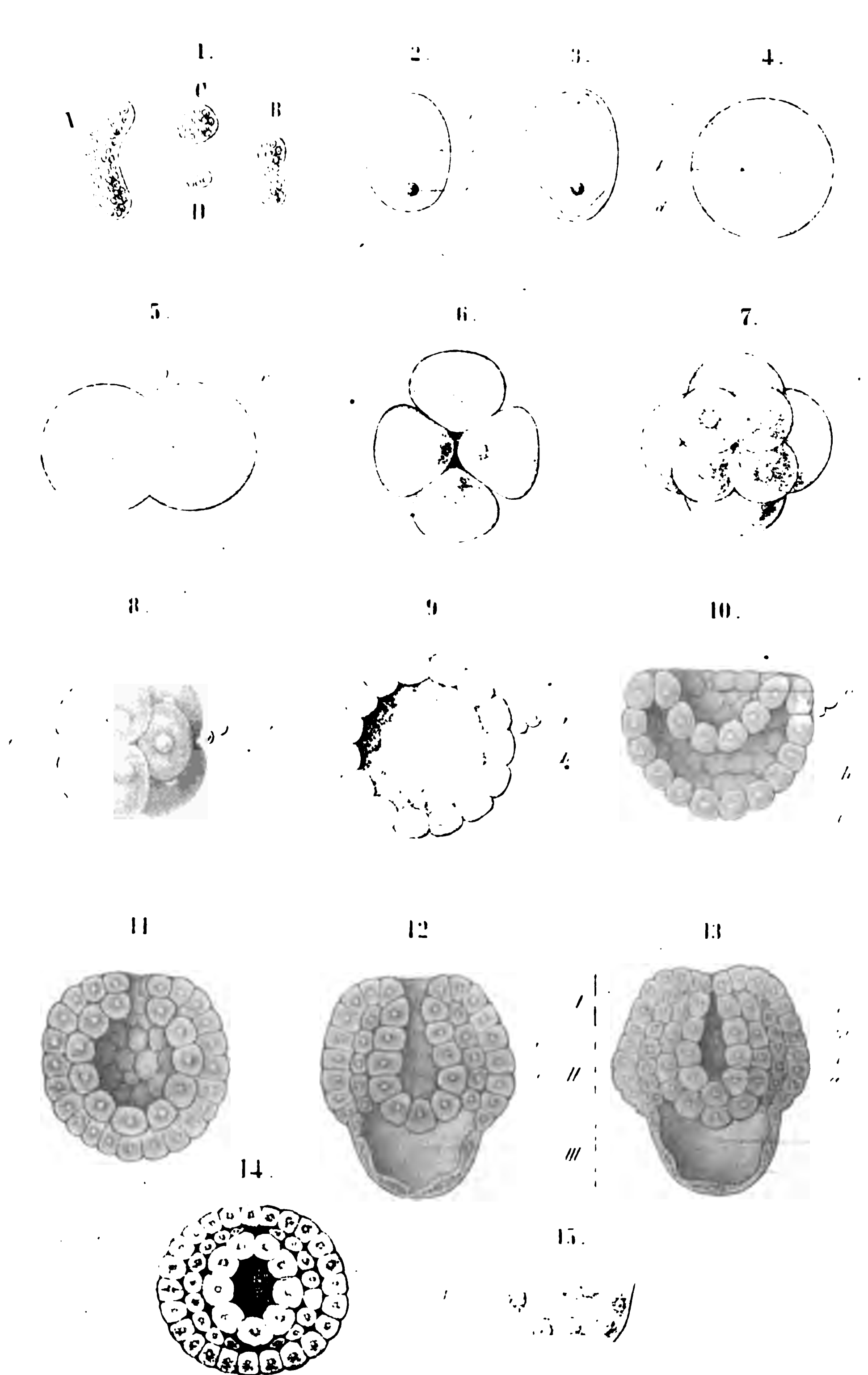
Dr. C. Frommann,

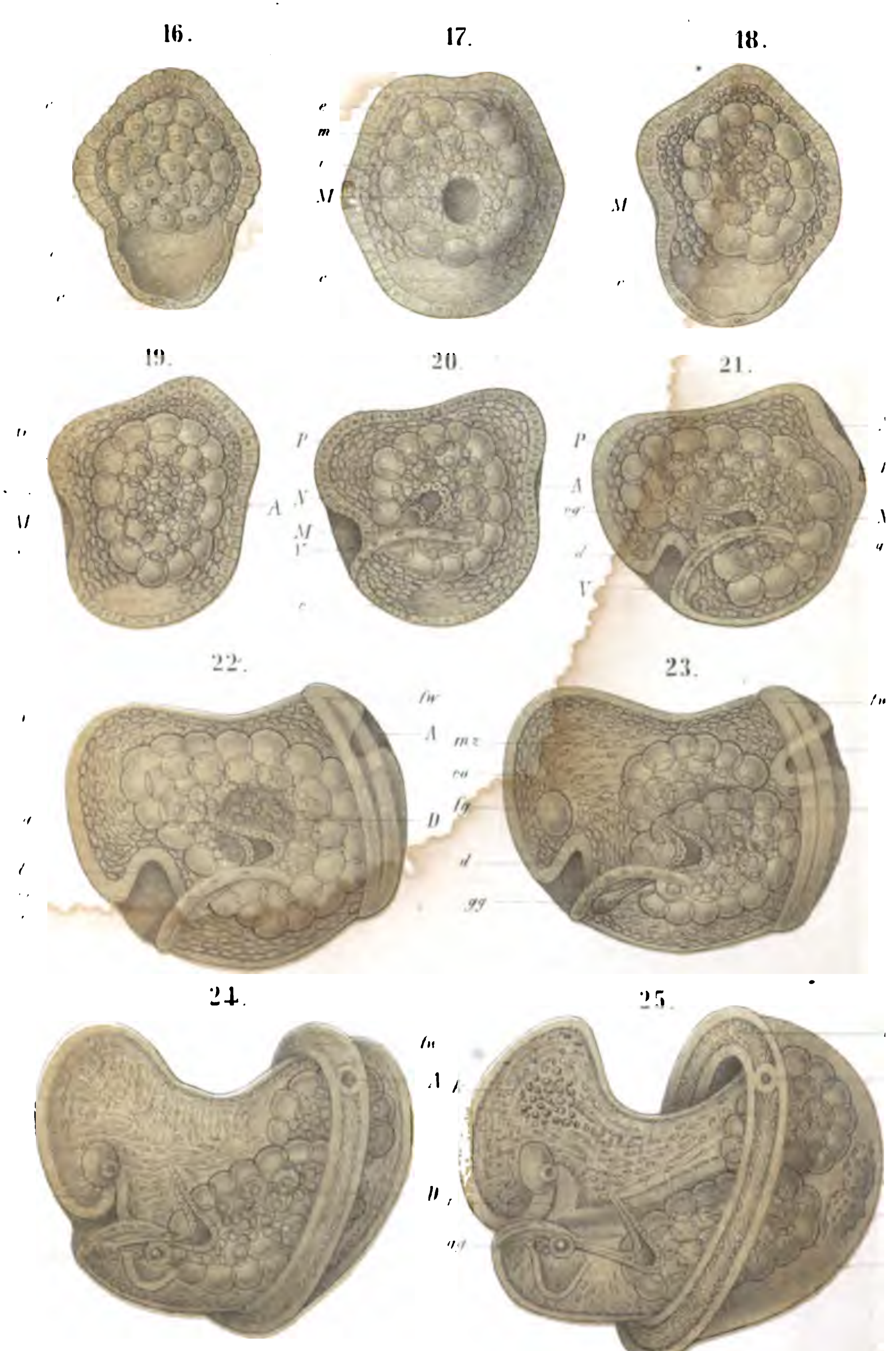
Docent in Jena.

(Hierzu Taf. XV u. XVI.)

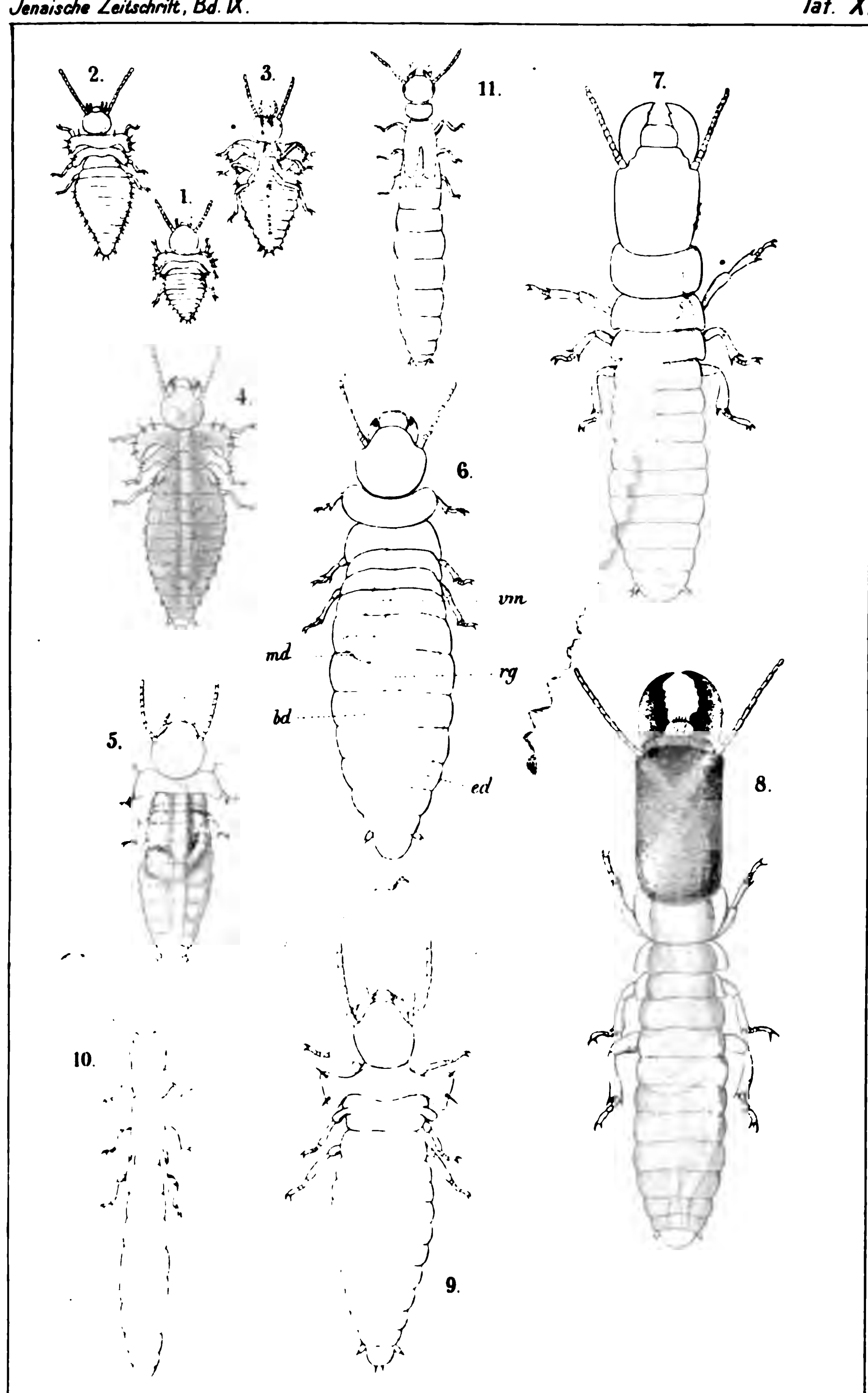
In den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften von April bis Juli 1873 hat Heitzmann Untersuchungen über den Bau der Protoplasma, über das Verhältniss zwischen Protoplasma und Grundsubstanz und über die Entwickelung der Gewebe aus der Gruppe der Bindesubstanzen veröffentlicht, deren Ergebnisse von den herrschenden Anschauungen wesentlich abweichen und nur soweit mit den bekannten früheren Angaben von Max Schultze, Brücke und Beale übereinstimmen, als diese Autoren auf das Vorkommen geformter und dichterer Bestandtheile innerhalb des Protoplasma hinwiesen und hervorhoben, dass dieselbe bei verschiedenen Arten von Zellen besondere Strukturverhältnisse erkennen lasse.

Nach Heitzmann besteht die lebendige contraktile Substanz aus feinen und dichten Fasernetzen, welche Körnchen in ihren Knotenpunkten tragen und diese Fasernetze durchsetzen sowohl den Kern, in welchem sie mit dem Kernkörperchen in Verbindung stehen, als den Zellkörper. Die Verschiedenheiten im Aussehen des Protoplasma werden bedingt durch den Wechsel in der Contraktion und Dehnung der Netze und durch das damit zusammenhängende Grösser- und Kleinerwerden ihrer Körnchen. Von der Peripherie der Zellen treten feine Fäden dieses Netzes ab und gehen in die Zusammensetzung ganz ähnlicher Netze ein, welche beim Bindegewebe, Knorpel und Knochen die Grundsubstanz durchziehen, während sie beim Drüsen- und Epithelialgewebe benachbarte Zellen mit einander verbinden (Stachel- und Riffzellen). — In seinem Jugendzustande besteht das Protoplasma nicht aus Fasernetzen, sondern bildet ein compaktes Klümpchen lebender Materie.

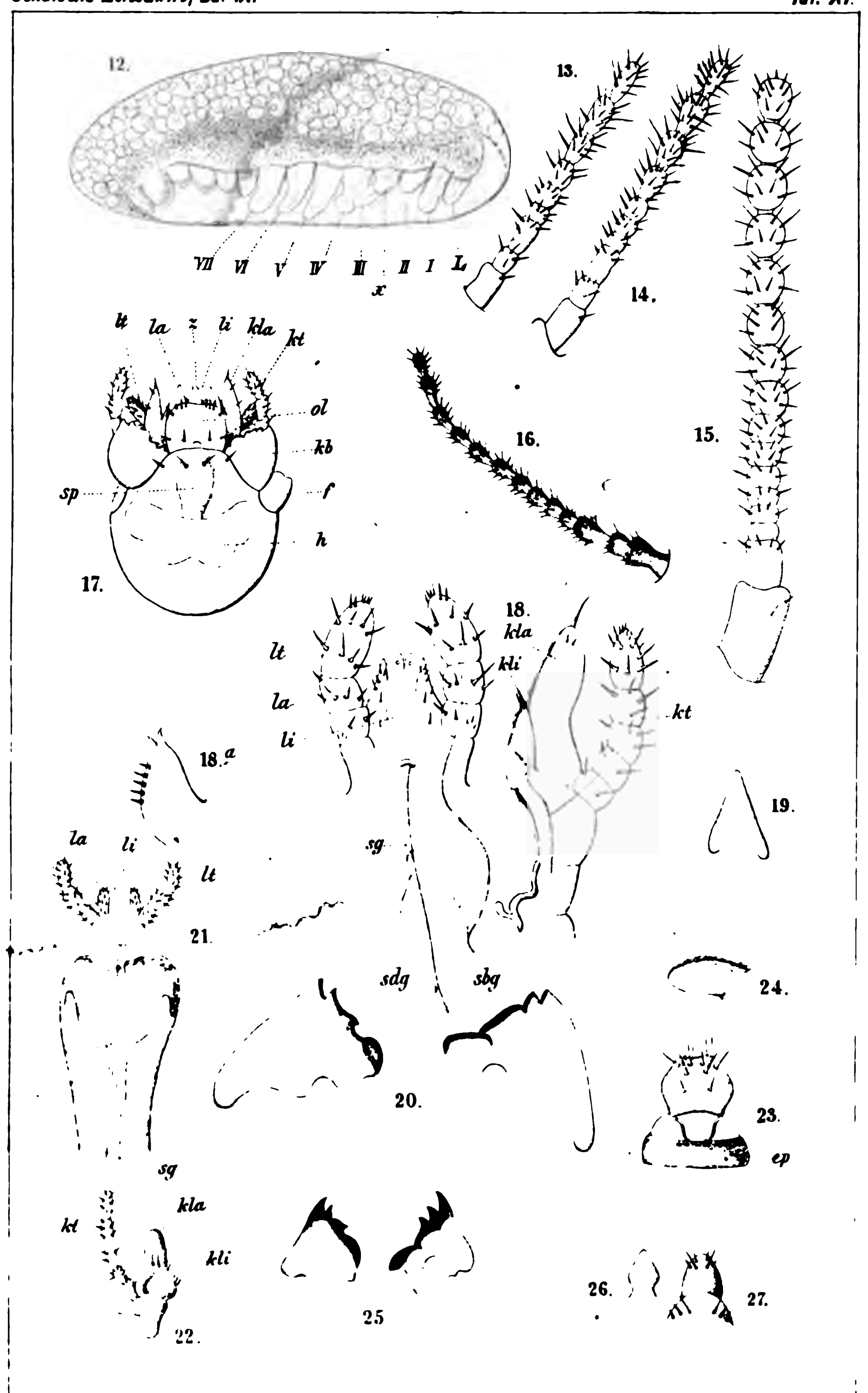

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9
10.
11
12
13
14.
15.
A
B
C
D
I
II
III

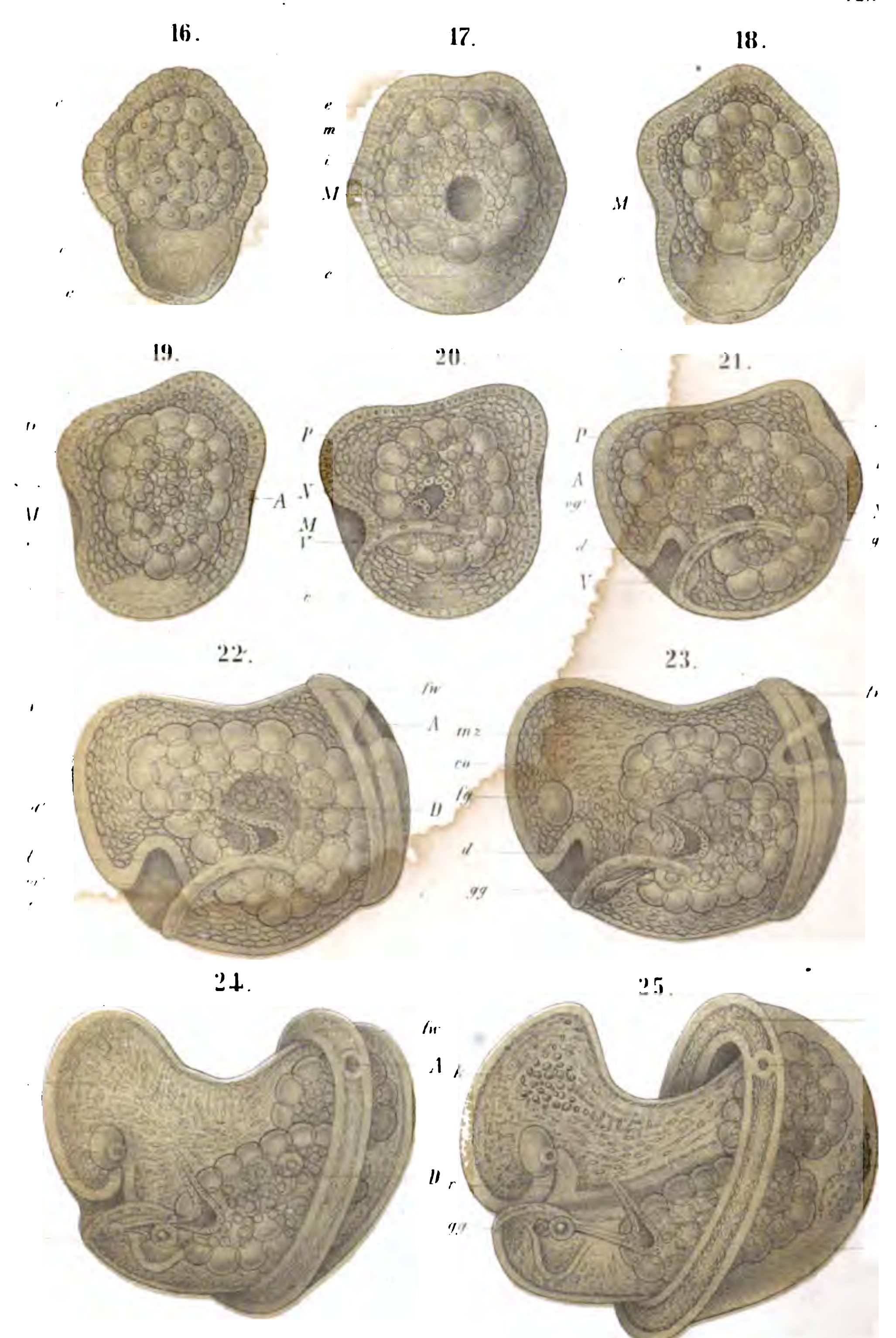

16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
e
m
M
P
A
V
fw
D
d
gg

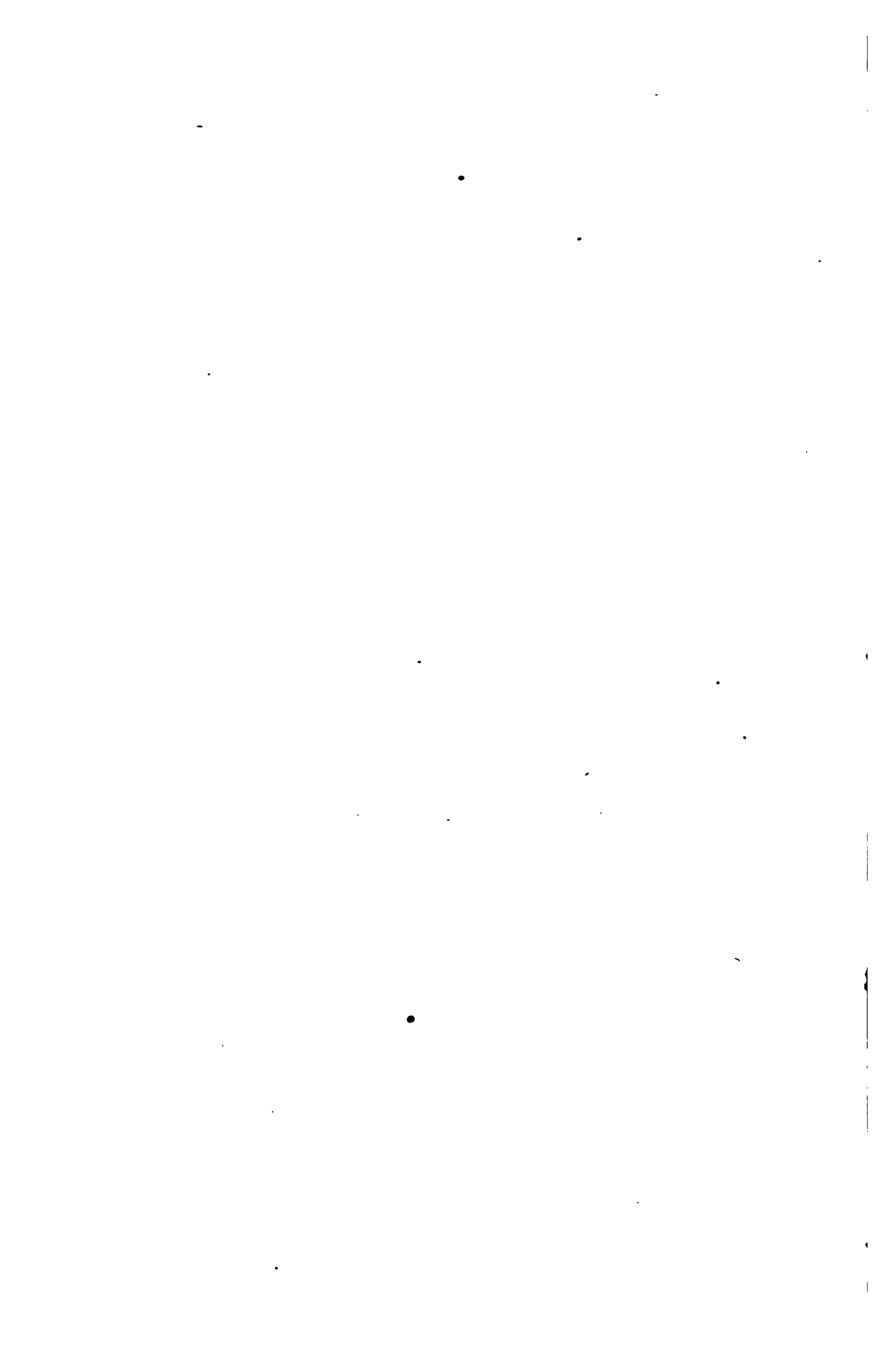

26
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35
36 A.
36 B.
37.
38.
39.
40.



F. Müller del. Verlag v. Hermann Dufft in Jena. Lith. Anst. v. C. C. Müller, Jena.

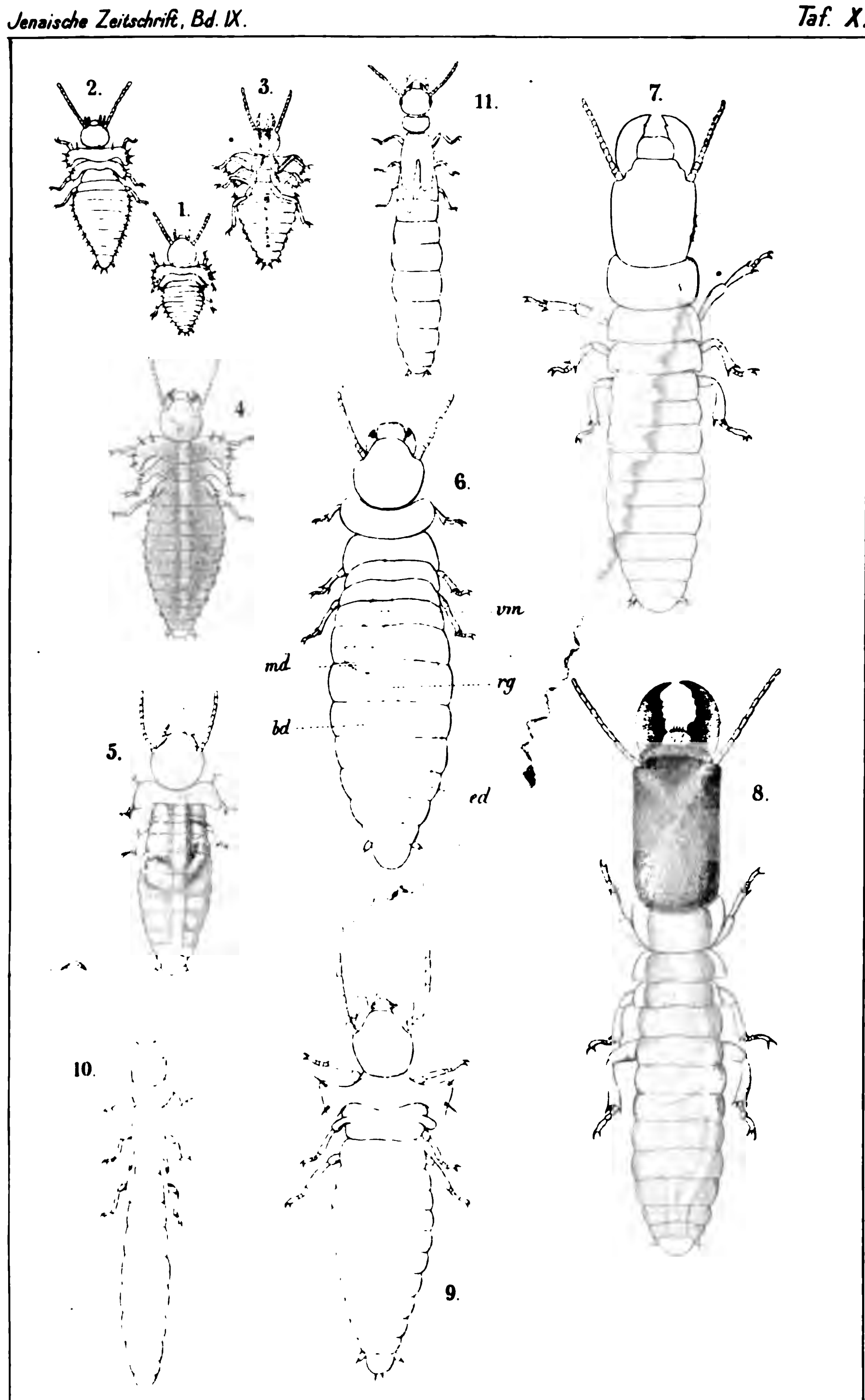

12.
VII
VI
V
IV
III
x
II
I
L
13.
14.
15.
16.
lt
la
z
li
kla
kt
ol
kb
sp
f
h
17.
18.
kla
kli
kt
18.a
19.
sg
21.
sdg
sbg
20.
24.
23.
ep
sq
kt
kla
kli
22.
25
26.
27.

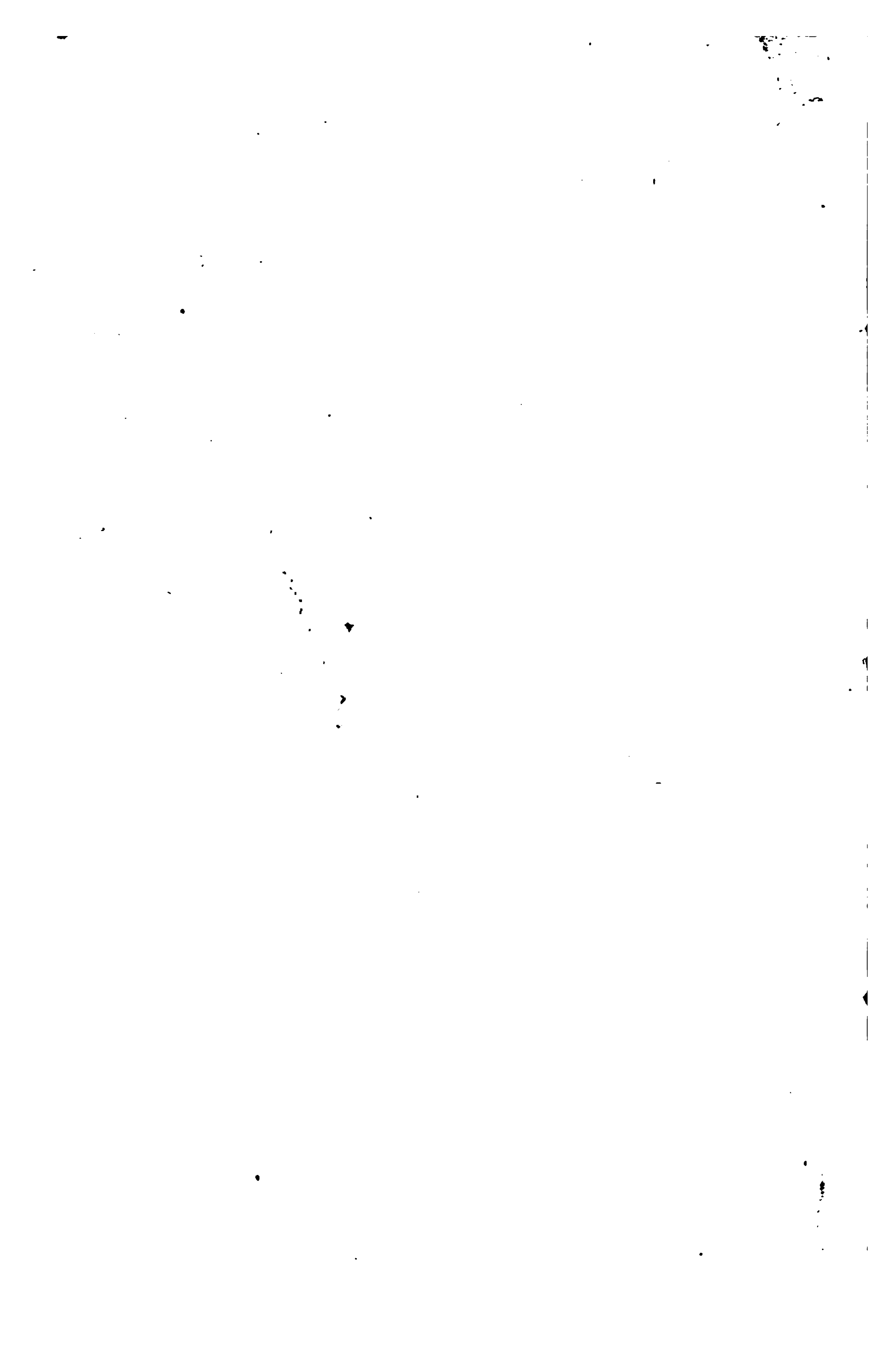

16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
e
m
i
M
e
M
A
P
V
M
V
P
A
d
V
fw
A
mz
co
D
d
gg
fw
A
D
r
gg

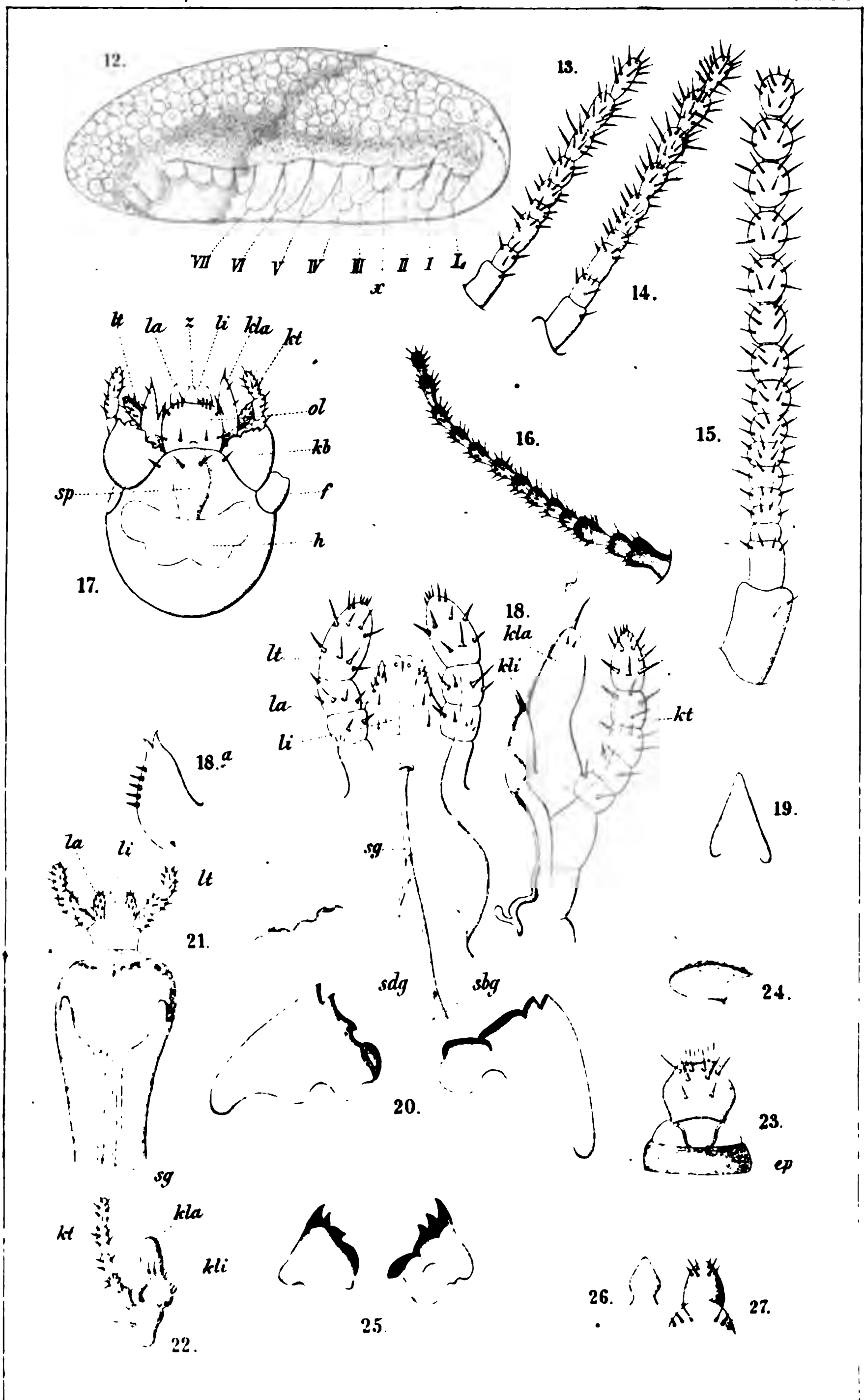




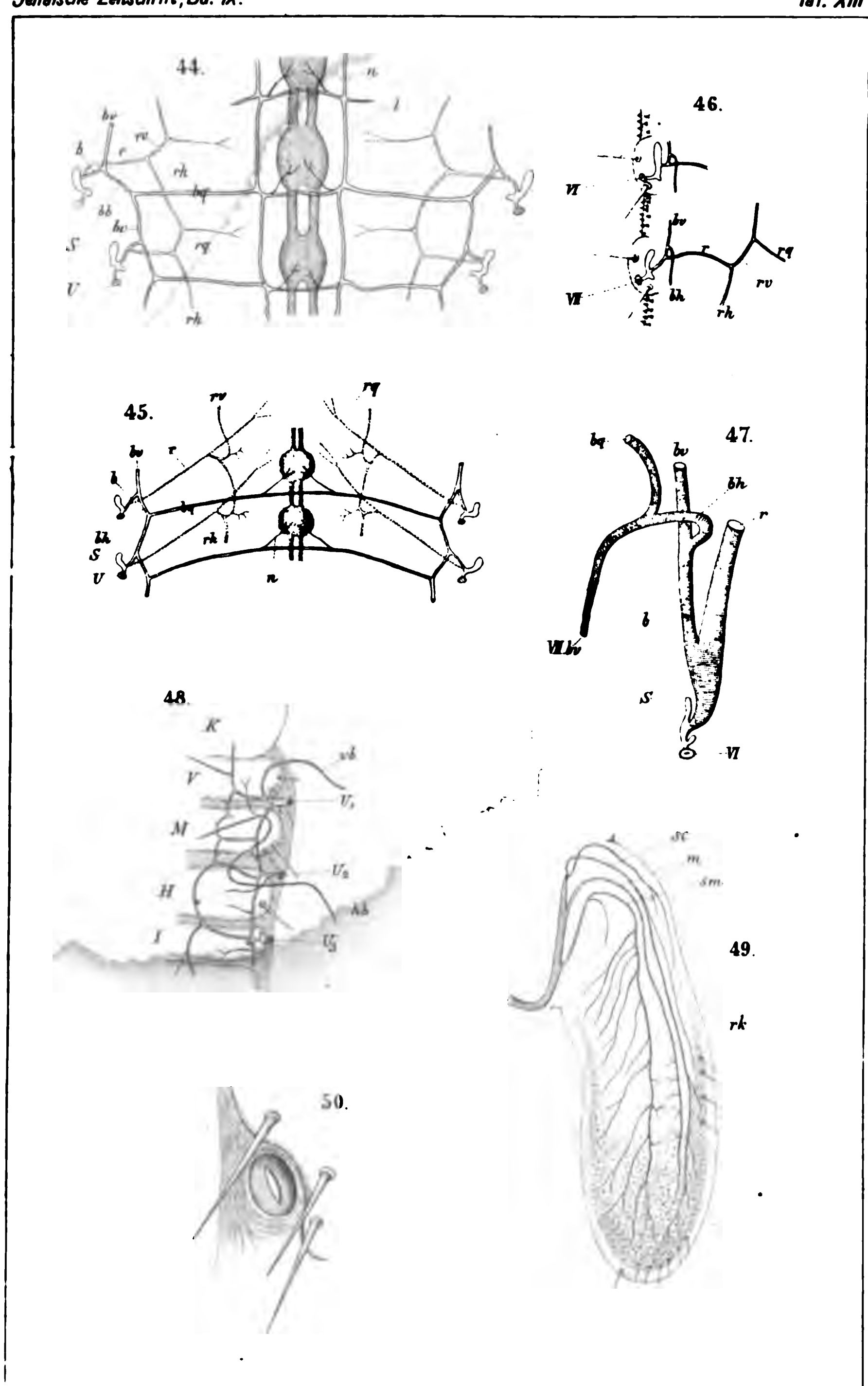
26
27
28
29.
30.
31.
32.
33.
34
35
36 A.
36 B.
37.
38.
39.
40.


2.
3.
11.
7.
1.
4
6.
vm
md
rg
bd
ed
5.
8.
10.
9.




12.
VII
VI
V
IV
III
II
I
L
x
13.
14.
15.
16.
17.
lt
la
z
li
kla
kt
ol
kb
sp
f
h
18.
kla
kli
lt
la
li
kt
18.a
19.
sg
la
li
lt
21.
sdg
sbg
20.
24.
23.
ep
sg
kt
kla
kli
22.
25.
26.
27.





Verlag v. Hermann Dufft in Jena.

Lith An

Taf XIV.



Durch Bildung von Vakuolen und Durchbruch derselben wird die Peripherie des Klümpchens in ein Maschenwerk von Fäden umgewandelt die feinere oder derbere Körnchen in den Knotenpunkten tragen, während das Centrum, der Kern, homogen bleibt. Dann erfolgt die Differenzirung zu einem Fach- später zu einem Maschenwerke auch im Kern, so dass hier wieder compakte kleinere Centren als Kernkörperchen zurückbleiben. Geht die Differenzirung weiter, so ist kein Kern, später auch kein Kernkörperchen sichtbar, der ganze Körper stellt ein Maschenwerk mit gröberen oder feineren Knotenpunkten dar und dieser Zustand ist der unmittelbare Vorläufer der Bildung einer Grundsubstanz.

Die Entstehung feiner Fadennetze aus derben Protoplasmakörnern hat Heitzmann bei den Blutkörperchen des Krebses verfolgt und macht über dieselben die folgenden Angaben.

In dem frisch untersuchten Blut finden sich 2 Arten von Blutkörperchen, erstens blasse, feinkörnige, mit je einem grossen blassen oder einem kleineren grobkörnigen Kern; zweitens mit groben gelblichen, stark glänzenden Körnern versehene. Die Körner der letzteren sind in der Regel um je einen helleren, unregelmässig begrenzten, spärliche Körner zeigenden Hohlraum herumgelagert. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zeigen die blassen Körper einen trägen Formenwechsel, bei fortwährendem Wechsel in der Gruppirung der zarten Körnchen des Protoplasma. An den grobkörnigen Körpern beobachtet man im Laufe einer halben bis einer Stunde die folgenden Veränderungen. Jedes einzelne Korn stellt Anfangs einen kugeligen, gelblichen, stark glänzenden Körper dar, welcher von seinen Nachbarkörnern durch einen schmalen, hellen Saum getrennt erscheint und in diesem Saum erkennt man, wenn auch nur undeutlich, zarte Speichen, welche je ein Korn mit allen seinen Nachbarn verbinden. Jedes Korn verändert ununterbrochen seine Lage und zwar um so deutlicher, in je grösseren Entfernungen von einander die einzelnen Körner liegen. Gleichzeitig treten an der Peripherie des granulirten Blutkörpers an wechselnden Stellen hyaline Buckel auf. In kurzer Zeit verflacht sich nun jedes Korn derart, dass es napfförmig wird und sich der Form seiner Nachbarkörner anschmiegt, die die Körner verbindenden grauen Speichen werden deutlich sichtbar und der Umfang des gesammten Körpers merklich grösser.

In weiterer Folge treten fast in jedem einzelnen Korn je eine centrale oder zwei excentrische Vakuolen auf, wodurch das Korn zu einer einfachen oder Doppelschale, im optischen Durchschnitt

zu einem gelb glänzenden einfachen oder Doppelringe umgewandelt wird. Man sieht hierauf, wie 2 oder mehrere hohl gewordene Körner mit einander ruckweise zusammenfliessen und sich ruckweise zu einem sehr zarten Maschenwerk umwandeln, so dass an Stellen wo früher grobe Körner in dichter Anhäufung lagen, jetzt blasses, feinkörniges Protoplasma aufgetaucht ist.

Während der Blutkörper zu einem blassen, immer weniger rundliche Körner enthaltenden Klümpchen umgestaltet wird, erscheint in demselben ein von einer relativ dicken, an ihrer Aussenfläche zackigen Schale der glänzenden Substanz umschlossener hohler Körper, dessen Inneres etliche gröbere Körner und ein sehr engmaschiges Netzwerk aufweist und der nach dem Sprachgebrauch als Kern bezeichnet wird.

Die aus grobkörnigen hervorgegangenen blassen Protoplasmakörper verändern ihre Form noch eine Zeit lang, der Kern und dessen Körner hingegen ändern ihre Gestalt von dem Augenblicke an, als sie deutlich sichtbar wurden, nicht mehr.

Nach Behandlung der Blutflüssigkeit mit Goldlösung war die gelbe, glänzende Substanz, welche im Protoplasmakörper und dessen Kerne das zarte Netzwerk erzeugte, deutlich violett geworden, während die in den Maschenräumen enthaltene helle Substanz ungefärbt blieb.

Die beiden ersten der von Heitzmann erwähnten Zellformen bieten in frischem, den Scheerenmuskeln entnommenen Blut das folgende Aussehen. Es finden sich 1) rundliche, ovale oder spindelförmige Blutkörperchen, die bei Bewegungen kolbige, zackige oder strahlenförmige Fortsätze entsenden. Das Protoplasma erscheint bei den im Formwechsel begriffenen Zellen homogen, und auch die runden und spindelförmigen Zellen verlieren ihr körniges Aussehen und werden homogen wenn sie anfangen, sich zu bewegen oder das letztere bleibt beschränkt auf eine schmale Zone in der unmittelbaren Umgebung des Kerns. An runden oder spindelförmigen Zellen mit feinkörnigem Protoplasma lassen sich bei hinreichend starker Vergrösserung (Immersionssystem N. 3, Zeiss) die Körnchen als die Mittelpunkte von Netzen feinster grauer Fäden erkennen und treten Ortsveränderungen der Körnchen, ein Näheraneinander- und Voneinanderrücken derselben hervor. — Der Kern hat ebenfalls ein mattgraues Aussehen, scheint von dem ihn umgebenden Protoplasma nicht scharf abgesetzt, besitzt aber eine doppelt contourirte, wenn auch nicht stark glänzende Membran. Das Innere des Kerns wird eingenommen durch blasse,

wenig glänzende Körnchen und Fäserchen, die hier ebenfalls zu einem zarten und feinen Netz mit derberen und feineren Körnchen in den Knotenpunkten verbunden sind, das sich an die Innenfläche der Kernmembran befestigt, während einzelne Fäden durch die Kernmembran und mit Körnchen des Zellkörpers in Verbindung treten. Neben feinen Körnchen finden sich im Innern des Kerns und z. Th. wandständig derbe runde oder unregelmässig geformte, z. Th. polygonale Körner, von welchen ebenfalls Fäden zu anderen Körnern und Körnchen oder zur Kernwandung ausgehen.

Ausser diesen Zellen und häufig in grösserer Zahl kommen 2) andere vor, die ein ziemlich verschiedenes Aussehen besitzen, fast sämmtlich eine runde oder ovale Gestalt zeigen, Bewegungserscheinungen nicht oder nur selten wahrnehmen lassen und bei denen eine verhältnissmässig geringe Protoplasmaschicht den meist runden, durch eine stark glänzende Membran eingefassten Kern umschliesst. Das Protoplasma ist hyalin, von einer zarten Membran umschlossen und enthält in seinem Innern keine oder nur sparsam eingestreute helle und glänzende Körnchen. Die den Kern umschliessende Protoplasmaschicht ist mitunter so schmal, dass sie nur die doppelte oder dreifache Breite des Durchmessers der Kernmembran besitzt, die Zellmembran der letzteren ziemlich dicht anliegt. Die Kernmembran ist sehr derb, in dieselbe eingelagert oder mit ihrer Innenfläche verschmolzen finden sich Körnchen und derbe, zum Theil sehr unregelmässig geformte, zackig auslaufende Körner, welche den inneren Contour der Membran vielfach unterbrechen und bei dichter Stellung derselben ein quergestricheltes Aussehen verleihen können. Das Innere des Kerns ist licht und enthält in der Regel mehrere grössere, unregelmässig geformte, eckige, stark glänzende Körner, welche unter sich und mit Körnchen des Kerninnern oder mit der Kernmembran durch bald feine bald derbere und mehr glänzende Fäden verbunden sind.

Neben diesen Zellen finden sich in wechselnder Häufigkeit freie Kerne von der gleichen Beschaffenheit wie die in den letzteren enthaltenen.

Obschon die beiden erwähnten Zellformen ein sehr verschiedenes Aussehen darbieten, so geht doch die eine aus der anderen hervor und die Verfolgung dieses Uebergangs gelingt leicht, da er sich häufig ziemlich rasch vollzieht. Fasst man eine Zelle der ersten Art mit blassem, grauen Protoplasma und grauem Kern für einige Zeit in's Auge, so sieht man plötzlich die Form der Zelle sich ändern. Die in Formwechsel begriffenen Zellen ziehen ihre

Fortsätze ein, sie, wie die spindelförmigen Zellen, nehmen eine ovale oder runde Gestalt an, die Zellgrenze wird durch einen scharf markirten Saum bezeichnet, das hyaline Protoplasma zieht sich mehr und mehr um den Kern zusammen und bildet eine schmale, schalenartig den letzteren umschliessende Schicht. Körnchen sind innerhalb desselben nicht oder nur in geringer Menge, in reihenweiser Anordnung um den Kern vorhanden. Dabei treten die Contouren des bis dahin mattgrauen Kerns heller und schärfer hervor, die Kernmembran wird dicker, an ihrer bis dahin glatten Innenfläche treten Unebenheiten auf, sie zeigt körnige und knotige oder zackige Prominenzen, die sich bald langsam bald rasch bilden, das Kern-Innere wird lichter, verliert sein mattgraues Aussehen und statt dichtgestellter wenig glänzender Körnchen treten in demselben neben den Körnchen derbere, stark glänzende Körner von rundlicher oder unregelmässig eckiger Form auf. Während dieser Vorgänge verändert der Kern häufig seine Form, Einkerbungen und Ausbuchtungen desselben werden ausgeglichen, ovale und längliche Kerne nehmen bald rasch, bald langsamer eine runde Form an, indem die den Polen entsprechenden Abschnitte eingezogen werden, während seitlich von den Mittelpartieen der Kernumfang sich mehr vorwölbt. Der Uebergang der einen Zellform in die andere erfolgt häufig schon innerhalb weniger Minuten, in anderen Fällen erst nach 10—25 Minuten.

In manchen grauen Zellen mit körnigem Protoplasma sind die Fasernetze etwas derber als es gewöhnlich der Fall ist, man sieht dann längs eines grösseren oder geringeren Theils des Kernumfangs ein bald weiteres, bald sehr enges Fadennetz, das sich wieder zu einzelnen reihen- oder truppweise gestellten Körnchen auflösen und aus denselben von Neuem bilden kann.

Die zweite Form der von Heitzmann beschriebenen Blutkörperchen ist ausgezeichnet durch die groben, stark glänzenden und deutlich gelb gefärbten Körner das Protoplasma, welche meist in sehr dichter Stellung den grössten Theil des Zellkörpers durchsetzend, nur von einer schmalen Schicht grau und homogen aussehenden Protoplasma's umschlossen werden, das entweder zackige, strahlige oder buchtige Fortsätze entsendet oder als schmale, schalenartige Hülle den Körnerhaufen umgiebt. Die mittelgrossen und grösseren der gelben Körner besitzen einen Durchmesser von 0,0018—0,0036 Mm. und erweisen sich als rundliche oder ovale oder 3—6eckige Körper. Sie liegen z. Th. so dicht zusammen, dass sie sich zu berühren scheinen, z. Th. sind sie durch feine

spaltartige Zwischenräume von einander getrennt, ihre oberflächliche Lage bildet ein zierliches, mosaikartiges Pflaster und lässt die Formverhältnisse der einzelnen deutlich erkennen. Die Grenzlinie des Körnerhaufens ist entweder eine gleichmässig fortlaufende oder zeigt kleine Einkerbungen und Ausbiegungen, entsprechend dem isolirten Vortreten der peripheren Abschnitte einzelner oder mehrerer Körner. Zwischen den einzelnen Körnern sind sehr feine, sie verbindende Fäden zu erkennen, deren Wahrnehmung durch die Feinheit der spaltförmigen Räume zwischen den Körnern sehr erschwert wird. Einzelne Fäden schienen mit einem dichteren mehr glänzenden Theil im Inneren eines Korns in Verbindung zu treten, andere über das nächstgelegene Korn hinwegzuziehen, um sich in das darauf folgende einzusenken.

In der Mitte mancher Körnerhaufen findet sich eine rundliche, ovale oder unregelmässig begrenzte Lichtung, welche durch Körnchen und Fäserchen ausgefüllt wird und in welche die feinen Spalten zwischen den einzelnen Körnern der sie umfassenden Körnerschicht unmittelbar einmünden. Mitunter wird diese Lichtung durch eine feine, dicht an der Körnerschicht hinlaufende Faser ganz oder theilweise eingefasst, welche Körnchen in ihren Verlauf eingeschaltet enthält; in anderen Fällen wird die Lichtung eingenommen durch einen bläschenförmigen Kern. Die Continuität anderer Körnerhaufen wird ganz oder theilweise unterbrochen durch Lücken, welche den Haufen ganz oder theilweise durchsetzen, im letzteren Fall als eine nach Aussen sich verbreiternde Spalte erscheinen; dieselben schliessen ebenfalls Körnchen und Fäserchen ein.

Behält man zur Verfolgung der Veränderungen an den Körnern eine Zelle im Auge, so sieht man, wie einzelne Körner oder Gruppen derselben ihren starken Glanz verlieren, sich vergrössern und schärfer gegen einander abgegrenzt werden, während gleichzeitig die feinen Spalten zwischen ihnen deutlicher vortreten. Der ursprüngliche Contour des Körnerhaufens wird uneben, indem einzelne Körner etwas von einander — andere über das Niveau der übrigen Körner hinausrücken, so dass der Grenzcontour ein maulbeerförmiges Aussehen bekommt und weiter nach der Zellgrenze vorrückt. Zwischen den einzelnen etwas von einander gewichenen Körnern treten jetzt die verbindenden Fäden deutlicher hervor und dieselben können in grösserer Ausdehnung übersehen werden, wenn die Umfangszunahme der Körner gleichmässig die Gesammtheit derselben betroffen hat, der Zusammenhang zwischen den

mehr central gelegenen und den peripheren noch nicht verloren gegangen, einzelne Körnergruppen noch nicht von einander durch grössere Lücken getrennt sind. Bald schon wenige Minuten nach Beginn der Beobachtung, bald erst später bemerkt man, wie einzelne Körner oder kleine Gruppen und Reihen derselben weiter von einander weichen, im Innern des Haufens entstehen Lücken die dem Umfang einzelner oder mehrerer Körner entsprechen und Anfangs noch keine geformten Bestandtheile oder nur spärlich eingelagerte Körnchen erkennen lassen. Während nun ein Theil der Körner noch grösser wird, ihr Durchmesser den früheren um das Doppelte oder Dreifache übertrifft, sie blässer, in den centralen Partieen durchscheinender werden, verändern sie ihre gegenseitige Lage mehr und mehr, einzelne rücken wieder dicht aneinander, während andere zu 2 und 3 zu grösseren rundlichen, ovalen oder stumpf polygonalen Körpern verschmelzen die im optischen Durchschnitt als plattenartige Gebilde erscheinen und ihre Form wieder ändern können. Die im Innern des Körnerhaufens entstandenen Lücken communiciren mit ähnlichen an den Randpartieen und das früher dichte Agglomerat von Körnern erlangt mehr und mehr ein durchbrochenes Aussehen, hat sich zu einzelnen Gruppen und Reihen von Körnern aufgelöst, welche grössere und kleinere häufig durch feine Fäden geschlossene Lücken zwischen sich fassen in denen mitunter noch einzelne Körner liegen, während andere zerstreut und vereinzelt in die peripheren Abschnitte des Protoplasma eingebettet sind. Der Umfang der ganzen Zelle kann sich dabei bis um das Doppelte vergrössern und das graue, homogene Protoplasma wird dabei so zart und durchscheinend, dass seine abgerundete oder zackig auslaufende Grenzlinie nur mit Mühe unterschieden werden kann. Während dieser Veränderungen sieht man benachbarte Körner häufig ihre Stelle wechseln, sich näher rücken und wieder von einander entfernen. Isolirt liegende rücken mitunter um das Doppelte bis Dreifache ihres Durchmessers von der Stelle. Ausgiebigere Lokomotionen der Körner können durch Bewegungen der Protoplasmaschicht in welche sie eingebettet sind bewirkt, einzelne derselben mit der Entwickelung von Ausläufern auf grössere Strecken fortgezogen werden.

Gleichzeitig mit der Zunahme des Umfangs des Körneragglomerats und der Vergrösserung der einzelnen Körner folgend kommt es zur Bildung von Vakuolen in denselben. Nachdem erst die centralen Theile der Körner heller und weniger glänzend geworden, wandeln dieselben sich in eine, von einer stark glänzenden,

gelblich aussehenden Hülle umschlossene Höhlung um, das ganze Gebilde erscheint dann unter der Form eines einfachen, oder wo 2 Vakuolen sich in einem Korn gebildet hatten, unter der Form eines Doppelrings. In grösseren Körnern können sich neben einer grösseren noch mehrere kleinere Vakuolen bilden und im Innern der grösseren Vakuolen beobachtet man häufig das Auftreten von einem oder von mehreren Körnchen.

Die Vakuolen können einige Zeit fortbestehen, man kann sie 10—15 Minuten beobachten, ohne dass weitere Veränderungen vorgehen, als dass sie ihre Form und ihren Durchmesser etwas wechseln, oder es bildet sich aus einem vakuolenhaltigen wieder ein solides Korn mit lichterem Centrum, innerhalb des letzteren dann von Neuem eine Vakuole, in den meisten Fällen aber sieht man ziemlich bald nach Bildung der Vakuole, dass dieselbe sich rasch, wie mit einem Ruck schliesst, so dass es auch bei aufmerksamer Beobachtung kaum möglich ist der Verkleinerung des ursprünglichen Korns zu folgen. Andere Male erfolgt die Verkleinerung langsamer, das Korn verkleinert sich um die Hälfte seines Durchmessers und lässt noch eine kleine Höhlung erkennen, nach kurzer Zeit schwindet auch die letztere und in beiden Fällen sieht man schliesslich an Stelle des früheren vakuolenhaltigen Korns ein oder mehrere dicht beisammenstehende kleine, glänzende, scharf umschriebene Körnchen, die mitunter in einer lebhaften oscillirenden Bewegung begriffen sind und daneben noch einzelne Fäserchen. Einzelne Körner in denen es noch nicht zur Vakuolenbildung gekommen, können mit anderen vakuolenhaltigen verschmelzen, andere treiben, ehe sich in ihnen Vakuolen bilden stiel- oder schmal-lanzettförmige Fortsätze, welche sich abschnüren. Nicht alle Körner wandeln sich in Vakuolen um; einzelne verbreitern sich mehr und mehr, verblassen, verlieren ihren Glanz und gehen in blasse, graue Kugeln über, welche schliesslich mit dem homogenen Theil des Protoplasma zu verschmelzen scheinen. Nach Ablauf von 10-25 Minuten sind die meisten Körner geschwunden, an ihre Stelle sind Gruppen und reihenweise oder netzförmig geordnete Züge von feinen glänzenden Körnchen getreten, neben und zwischen welchen feine Fäserchen eingelagert sind die mit den Körnchen zwar vielfach zusammenhängen, aber mit ihnen nicht zur Bildung eines geschlossenen engmaschigen Fadennetzes verbunden scheinen. Noch ehe es zur Umwandlung sämmtlicher Körner gekommen ist wird die Zelle in das erwähnte Fachwerk mit unregelmässig begrenzten rundlichen, ovalen oder eckigen Maschen abgetheilt, die bald nur den Raum

von wenigen, bald den von 6, 10 oder einer grösseren Anzahl Körner einnehmen und die feinen, aus der Differenzirung der Körner hervorgegangenen Körnchen und Fäden enthalten. Die Maschen werden eingefasst durch feine oder derbere glänzende Fäden, welche Verbindungen zwischen den auseinander gerückten Reihen und Gruppen von Körnern herstellen, häufig auch in ihren Knotenpunkten vereinzelte Körner einschliessen. In den Verlauf der Fäden sind mitunter Körnchen einzeln oder reihenweise eingeschaltet und in kleinen Gruppen finden sich dieselben auch in den Knotenpunkten des Fachwerks. In den Maschen des letzteren sind Körnchen und Fäserchen bald nur sparsam eingebettet, bald in dichterer Anordnung, einzelne Maschen zeichnen sich aber häufig vor den übrigen dadurch aus, dass ihr Inneres gleichmässiger und dichter von den Körnchen und Fäserchen erfüllt ist. Dieser Abschnitt des Fachwerks erscheint, sobald er überhaupt deutlich vortritt, entweder als runder oder ovaler Kern, dessen Membran häufig in einem Theile ihres Umfangs durch aufliegende und *dicht* gestellte Körner verdeckt wird, in anderen Fällen, wo sie sich nicht scharf abhebt, nach Essigsäurezusatz scharf hervortritt, oder es tritt ein deutlicher Kern überhaupt nicht hervor, sondern an seiner Stelle ein sehr unregelmässig geformter, mit zackigen Fortsätzen in die Fäden des umgebenden Fachwerks auslaufender Körper, der bald in seinem ganzen Umfang, bald nur längs eines Theils desselben durch einen Doppelcontour begrenzt wird. Die zackigen Vorsprünge desselben werden bald rasch, bald langsamer zurückgezogen, die Ecken ausgeglichen und er nimmt eine runde oder ovale Gestalt an. Gleichzeitig wird sein Inneres lichter, Körnchen und Fäden treten in demselben deutlicher und scharf umschrieben hervor, die Membran bekommt ein glänzenderes Aussehen, erhält häufig Verdickungen an ihrer Innenfläche und das ganze Gebilde gleicht dann vollkommen den Kernen der oben erwähnten Zellen mit lichtem, derbe Körner einschliessendem Innern. So lange der Kern seine zackigen Fortsätze besitzt, scheint er durch dieselben an den Fäden des umgebenden Fachwerks, in welche sie auslaufen, fixirt und das Zurückziehen dieser Fortsätze wie der Uebergang in die runde oder ovale Form erfolgt unter Sonderung der Fäden des umgebenden Fachwerks zu reihen- oder gruppenweise gestellten Körnchen.

Nach Auftreten des Kerns schwinden die noch vorhandenen Körner, differenziren sich ebenfalls unter vorausgegangener Vakuolenbildung zu Körnchen und Fäserchen, das Fachwerk der Zelle

schwindet zum grossen Theil wieder, an Stelle seiner Fäden erscheinen ebenfalls Körnchen, oder es bildet sich ein neues Maschennetz mit anderer Anordnung seiner Fäden und der Umfang der ganzen Zelle nimmt mehr oder weniger beträchtlich ab.

Nach deutlichem Vortreten des einen Kerns wird mitunter nach Zusatz von Essigsäure noch ein zweiter sichtbar.

Dass die eben mitgetheilten Vorgänge als Lebenserscheinungen des Protoplasma aufzufassen sind, kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dagegen bleibt es fraglich, in wie weit dieselben innerhalb des lebenden Thieres sich ganz in der gleichen Weise vollziehen. Am auffallendsten waren die eigenthümlichen zackigen Formen des hervortretenden Korns, seine Bewegungserscheinungen und Formveränderungen und der oft sehr rasch erfolgende Uebergang aus einer unregelmässig ausgebuchteten oder ausgezackten in eine runde oder ovale Form, bei glänzender und dicker werden seiner Membran.

Die Bildung engmaschiger, geschlossener Fadennetze aus den vakuolenhaltigen Körnern in der von Heitzmann angegebenen Weise habe ich nicht wahrnehmen können. Es bildeten sich nach Umwandlung eines grösseren oder geringeren Theils der Körner Fäden aus, welche ein verhältnissmässig weites Netz bildeten in dessen Maschen neben noch unveränderten Körnern Körnchen und Fäserchen lagen und diese Fäden hingen theils mit vereinzelten Körnern, theils mit reihen- oder gruppenweise nach zusammenliegenden Körnern zusammen und schienen sich aus den Körnchen hervorzubilden zu denen die vakuolenhaltigen Körner sich differenzirt hatten. Dagegen liess sich auch die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass sich an ihrer Bildung Verdichtungen des anscheinend hyalinen Protoplasma betheiligen. Sie erwiesen sich nicht als beständige Bildungen, lösten sich zum Theil wieder zu Körnchen auf, während neue in anderer Anordnung und Verbindung entstanden.

Auf Tafel XV sind von *a*—*e* Zellen mit grauem, theils homogenem, theils feinkörnigen Protoplasma abgebildet, welche einen blassen grauen Kern mit wenig glänzender Membran und körnig faserigem Innern enthalten. Die Zellen *f g* und *h* sind aus der Umwandlung von Zellen wie *d* und *e* hervorgegangen, besitzen eine schmale Schicht homogenen Protoplasmas mit zarter Zellmembran und wenigen in der Umgebung des Kerns eingelagerten Körnchen. Die Kernmembran war namentlich bei *f* und *h* sehr derb, stark glänzend und zeigt an ihrer Innenfläche zackige und knotige Pro-

minenzen. Das Kern-Innere ist licht, enthält einzelne sehr derbe, mit Fäden in Verbindung stehende Körner, daneben feine unter sich durch zarte Fäserchen verbundene Körnchen.

Bei *i* ist der bläschenförmige, mit derber Membran versehene Kern von einer breiten Zone dichter Fadennetze umgeben, bei *k* sind die in dem bläschenförmigen Kern hervortretenden Fasernetze sehr derb und deutlich, das Protoplasma ist hyalin und zeigt nur eine schmale Körnchenzone um den Kern. Bei *l m n* zeigt dieselbe Zelle eine verschiedene Beschaffenheit; bei *l* und *m* ist der Kern noch von einer breiteren Protoplasmaschicht umschlossen, die bei *m* schon merkliche Verkleinerung des Kerns tritt bei *n* noch mehr hervor, die Fadennetze in seinem Innern sind dichter, die ihn umgebende Protoplasmaschicht sehr schmal.

o und *p* sind Abbildungen derselben Zelle die bei *o* einen ovalen Kern besitzt, der nach unten von einem feinen und engen Fadennetz umfasst wird, während bei *p* der Kern eine runde Form angenommen und das Fadennetz in seiner Umgebung sich in einzelne Körnerreihen und Gruppen aufgelöst hat.

Bei *q* ist eine Zelle mit einem unregelmässig geformten Agglomerat von vergrösserten Körnern abgebildet, die sich von einander zu sondern beginnen und einen bläschenförmigen Kern mit lichtem Innern und derben Körnchen umschliessen.

Bei *r* umschliesst der Körnerhaufen eine centrale Lichtung in welche die feinen Spalten zwischen den Körnern einmünden.

Fig. *s* und *t* stellen dieselbe Zelle zu verschiedenen Zeiten dar, die bei *s* am unteren Rande einige Körnchen und Fäserchen in der centralen Lichtung erkennen lässt, bei *t* an Stelle der letzteren einen bläschenförmigen Kern mit feineren Körnchen und derberen zackigen Körpern. In Fig. *u* wird die centrale Lichtung eines Körnerhaufens durch feine und einzelne derbere zackige Körnchen eingenommen. Die Körner sind zum Theil untereinander durch feine Fäserchen in Verbindung, die feinen Spalten zwischen ihnen münden frei in die centrale Lichtung.

Bei *v* ein rundliches Agglomerat von unter sich zum Theil durch Fäden verbundenen Körnern, das von einer schmalen Zone hyalinen Protoplasmas umschlossen wird. Fig. *a*, Taf. XVI, dieselbe Zelle nach Differenzirung der Körner und deutlichem Hervortreten des lichten, von einer sehr derben unregelmässig geformten Membran umschlossenen Kerns. Das Protoplasma enthält noch ein paar Körner und lässt ausserdem an geformten Bestandtheilen nur Körnchen in wechselnd dichter Stellung erkennen.

Fig. *b* und *c* geben dieselbe Zelle wieder, vor und nach deutlichem Hervortreten des Kerns. Bei *b* findet sich nur noch eine geringe Zahl theils solider, theils vakuolenhaltiger Körner und zwischen denselben ein verhältnissmässig weites Maschennetz mit Körnchen in den Knotenpunkten. Bei *c* sind die meisten Körner geschwunden, im Protoplasma nur Körnchen enthalten, während der Kern neben Körnchen noch mehrere unregelmässig gestaltete Körner einschliesst.

Fig. *d*—*g* geben dieselbe Zelle zu verschiedenen Zeiten wieder. Bei *d* hat sich der Körnerhaufe bereits zu mehreren Gruppen und zu vereinzelt liegenden Körnern gesondert, zwischen welchen graues Protoplasma, einzelne Körnchen und Fäden und netzförmig verbundene Fäden hervortreten. Bei *e* ist ein ovaler, bläschenförmiger Kern vorgetreten, mit feinen Fadennetzen und mehreren blassen Körnern im Innern. Die Körner des Protoplasma haben sich anders gruppirt, zum Theil zu grösseren, unregelmässig gestalteten Körpern vereinigt und sind zum Theil vakuolenhaltig. Längs des unteren Kernumfangs findet sich ein weites Maschennetz. Bei *f* sind fast alle Körner geschwunden, der Inhalt der Zelle wird durch verhältnissmässig breite Fasern, die bis an die Peripherie der letzteren reichen in ein weites Fachwerk abgetheilt. Bei *g* haben sich die Fasern dieses Fachwerks zu Zügen von Körnchen differenzirt, welche in der Umgebung des Kerns zu einer denselben umfassenden Körnchenzone verschmelzen.

Die Abbildungen *h*—*o* geben die Umwandlungen derselben Zelle wieder. Bei Fig. *i* hat der Körnerhaufe seine Form geändert, sich verbreitert und nach oben zugespitzt; bei *k* haben sich am Rande Lücken gebildet, bei *l* sind aus Differenzirung der Körner in der Mitte des Haufens feine Körnchen und Fäserchen hervorgegangen, bei *m* erscheinen dieselben theilweise zu feinen Netzen verbunden. Die noch vorhandenen, verbreiterten Körner sind auseinandergerückt, die sie verbindenden Fäserchen deutlich sichtbar. Bei *n* sind die Körner geschwunden, ein Kern mit doppeltcontourirter Membran und mit feinen Netzen im Innern ist sichtbar geworden und in dem feinkörnig-faserigen Protoplasma haben sich ziemlich derbe Fasern gebildet, die in engeren und weiteren Bogen den Kern umfassen. Bei *o* haben sich wieder weitere und engere Netze im Protoplasma gebildet, die nicht bis an den Kern heran reichen, der letztere hat seine unregelmässige Gestalt verloren und sich etwas verkleinert.

Bei *p* und *q* dieselbe Zelle vor und nach Vortreten des Kerns. Die Körner sind zum Theil vakuolenhaltig. Auf Fig. *r*—*v* sind die stufenweisen Veränderungen derselben Zelle wiedergegeben. Bei *r* sind die Körner zum Theil differenzirt, zum Theil aus einander gewichen, die Lücken durch ein fädiges Netz geschlossen. Bei *s* ist ein nach unten doppelt contourirter, in eine zackige Spitze auslaufender, dunklerer Körper sichtbar, aus welchem nach rascher Einziehung des zackigen Fortsatzes und unter Bildung eines Doppelcontours in seinem ganzen Umfang, ein ovaler Kern hervorgeht, der dann in die runde Form übergeht. Die Fadennetze des Protoplasma, welche bei *s* und *t* sichtbar sind, gehen bei *u* und *v* in Gruppen und Reihen von Körnchen über.

Nach Behandlung der Blutflüssigkeit mit $^1/_4$ procentiger Goldchloridlösung waren sowohl Zellkörper als Kern violett gefärbt, der letztere häufig in geringerem Grade als der Zellkörper und die Kernmembran sowie die derbren Körner des Kerns schwächer als der übrige feinkörnige Inhalt des Kerns. Dass die Färbung vorwiegend auf Rechnung der geformten Zellbestandtheile komme, schien mir bei der dichten Stellung der letzteren und bei der Verschiedenheit in der Tiefe ihrer Färbung schwer zu constatiren.

Auch die Untersuchung der Ganglienzellen des Krebses gab in dieser Beziehung keinen sicheren Aufschluss. Bei tiefer Färbung waren die verschiedenen Theile der Zelle in gleichem Grade gefärbt; bei weniger tiefer Färbung erschien der Kern lichter als die Zellsubstanz, seine Membran, Kernkörperchen und derbere Körner lichter als die zwischen ihnen befindlichen Theile, und die Körnchen im Zellkörper dunkler gefärbt als die gleich grossen des Kerninnern.

In Betreff ihrer Strukturverhältnisse ergab die Untersuchung der Ganglienzellen aus den Brustganglien des Krebses eine Bestätigung der früher von mir gewonnenen Resultate. An frisch in Serum untersuchten Zellen wie an solchen die mit Goldlösung behandelt waren, erscheint das Innere des Zellkörpers durch ausserordentlich feine und zarte Netze feinster Fäden gebildet, die überall in den Knotenpunkten die Körnchen tragen und die an spindelförmigen Zellen eine streifige und der Längsaxe der Ausläufer parallele Zeichnung hervorrufen, während in rundlichen oder ovalen Zellen die Fadennetze in der Umgebung des Kerns häufig concentrisch zur Peripherie desselben angeordnet scheinen. Die Mehrzahl der Körnchen war fein, sie entsprachen nach ihrer Grösse den feineren Körnchen des Kerns, dagegen kamen vereinzelt der-

bere Körner sowie zu 2—6 in einer Zelle Bildungen vor, die nach Grösse, Aussehen und Glanz den Kernkörperchen des Kerns entsprachen. Die Fäden des Protoplasma inserirten sich in die Kernmembran oder standen mit einem in dieselbe eingelagerten Korn in Verbindung, oder sie durchsetzten die Kernmembran, um sich mit einem Korn des Kerninnern in Verbindung zu setzen. Vom Kern aus liessen sich kleine Ketten von durch feine Fäserchen verbundenen Körnchen auf kürzere oder grössere Strecken in das Protoplasma hineinverfolgen. — Der Kern besitzt häufig eine ungleich dicke Membran, es erscheinen an derselben schmälere und breitere Abschnitte und Körnchen, welche in ihre Substanz eingelagert sind, ausserdem liegen ihr häufig Körner des Kerninnern oder Kernkörperchen dicht an oder sind mit ihr verschmolzen. Im Kern sind meist 3—4, in anderen Fällen bis 10 runde oder ovale, 3 oder 4 eckige Kernkörperchen enthalten, die mitunter in ihrem Innern wieder ein stärker lichtbrechendes Korn erkennen lassen. Von den Kernkörperchen treten feinere oder derbere Fäserchen ab, die letzteren zum Theil so, dass das Kernkörperchen nach der einen oder anderen Seite sich in einen dünner werdenden stielartigen Fortsatz auszieht, während die feineren Fäden sich mit benachbarten Körnchen des Kerns verbinden, die untereinander wieder durch feine und kurze Fäden zusammenhängen. In manchen Kernen war ein Kernkörperchen überhaupt nicht und neben den feineren Körnchen eine wechselnde Zahl derberer Körner eingebettet.

Einzelne Beobachtungen schienen dafür zu sprechen, dass den untersuchten Ganglienzellen noch weitere Besonderheiten ihrer Struktur zukommen, indessen lag es nicht in meiner Absicht, dieselben hier weiter zu verfolgen und gedenke ich derselben nur mit Bezug auf die früher von mir gemachten Befunde in Betreff der vom Kernkörperchen und Kern abgehenden und die Zelle verlassenden Gebilde. In Betreff der elementaren Strukturverhältnisse hatte ich nicht nur auf das Bestehen von Fadennetzen in deren Knotenpunkte Körnchen eingelagert sind, innerhalb des Kerns wie innerhalb des Zellkörpers hingewiesen, sondern auch den Umstand betont, dass die Körnchen des Kerns mit den benachbarten Körnchen des Protoplasma häufig durch Fäden verbunden sind, welche die Kernmembran durchsetzen, so dass ich mich gerade mit Bezug darauf ausdrücklich gegen die Auffassung des Kerns als eines innerhalb der Zelle ganz in sich abgeschlossenen Körpers, für die in Rede

stehenden Zellen ausgesprochen habe [1]). Die an den Ganglienzellen früher gemachten Befunde, schienen mir nicht sowohl dafür zu sprechen, dass den Ganglienzellen Strukturverhältnisse zukommen, welche ihnen eine ganz besondere Stellung unter den übrigen Zellen zuweisen, mussten vielmehr die Frage anregen, ob nicht anderen Zellen eine ähnliche elementare Beschaffenheit zukommt und die durch die Untersuchung von Knorpel, Knochen und vom Gewebe der Nabelschnur erhaltenen Befunde machten es mir wahrscheinlich, dass die Körnchen des Kerns und die des Zellkörpers die Knotenpunkte eines ausserordentlich feinen Netzes unter sich verbundener Fasern bezeichnen, dass von den aus dem Kern tretenden Fasern der bei Weitem grössere Theil nur die Verbindung zwischen den im Kern und den im Protoplasma enthaltenen Körnchen herstellt, selbst also nur einen Bestandtheil dieses Fasernetzes bildet, von dem dann wieder einzelne Fasern frei abtretend die Zelle verlassen, um in den Geweben mit Grundsubstanz, innerhalb derselben, ein ähnliches Netz zu bilden [2]). Ganz analoge Verhältnisse boten die Capillaren, indem auch hier benachbarte Kerne durch feine Fäden verbunden waren, ähnliche Fäden von den Kernen ab- und in ein ausserordentlich feines, engmaschiges, gazeartig aussehendes Netzwerk von feinen Fäden und Körnchen übertraten, welches die Capillarmembran durchzieht. Auch an der Wandung der Capillaren konnte ich den Abgang von äusserst feinen cilienartigen Fäden constatiren, die mitunter von einem in die Wandung eingelagerten und innerhalb des Doppelcontours sichtbaren Körnchen entsprangen, an ihrem peripheren Ende wieder ein Körnchen trugen.

Die von Heitzmann über die Entwickelung der Fadennetze aus soliden Klümpchen Protoplasma gemachten Mittheilungen scheinen eine Stütze zu finden in dem seit längerer Zeit bekannten Vorkommen von Vakuolen in den Kernkörperchen der Ganglienzellen, wenn auch die häufig im Innern des Kernkörperchens wahrnehmbaren und wie es scheint mit abgehenden Fäserchen zusammenhängenden Körnchen darauf hinweisen, dass die Masse desselben aus Substanzen von verschiedenem Lichtbrechungsvermögen bestehen kann. Die Auffassung des Kernkörperchens als eines Klümpchens von contraktilem Protoplasma erhält eine

1) Untersuchungen über die normale und patholog. Anatomie des Rückenmarks. 2. Theil S. 38.

2) Ebendas. S. 29.

weitere Stütze durch die von Brandt beobachteten und bei Temperaturerhöhung besonders lebhaften Formveränderungen des Kernkörperchens in den Eiern von Blatta orientalis[1]).

Der Nachweis des Uebergangs der Fadennetze der Zellen in die der Grundsubstanzen beim Bindegewebe, Knorpel und Knochen berührt unmittelbar die schon so oft diskutirte Frage, ob und in wie weit die ersteren als umgewandelte Theile der Zellkörper oder als von den letzteren gesetzte Abscheidungen anzusehen sind und hat bekanntlich nach den Untersuchungen von M. Schultze und Beale die erstere Ansicht sich immer mehr befestigt und namentlich auch durch die neueren Beobachtungen über die Bildung der Grundsubstanz des Knochens neue Stützen gewonnen. Aber gerade die bei der Knochenbildung zu beobachtenden Vorgänge sprechen gegen die oben erwähnte Aeusserung Heitzmann's, dass der Zustand der Zellen der unmittelbare Vorläufer der Bildung einer Grundsubstanz sei, in welchem der ganze Körper ein Maschenwerk mit gröberen oder feineren Knotenpunkten bildet, ein Kern und Kernkörperchen nicht sichtbar sind. Schon Waldeyer hat hervorgehoben, dass die Grundsubstanz des Knochens aus den metamorphosirten, verdichteten, äussersten Partieen des Protoplasma der Osteoblasten hervorgeht, während der dem Kern zunächst liegende Theil der Zellsubstanz sich zu einem sternförmigen Körper umgestaltet, dass sich aber bei einem grossen Theil der Osteoblasten diese Umwandlung in eine homogene Substanz nicht auf die peripheren Abschnitte der Zellkörper beschränkt, die mit der bereits fertigen Grundsubstanz zur Bildung einer continuirlichen Masse verschmelzen, sondern auch der Kern sammt dem Rest des Zellkörpers schmilzt ein zur Bildung der Grundsubstanz, so dass von den Osteoblasten, welche früher vorhanden waren, innerhalb der letzteren nur noch ein Theil erhalten bleibt und auch dieser Theil andere Formen und Grössenverhältnisse zeigt als früher. An mit Carmin gefärbten Schnitten sieht man bei Verfolgung der Vorgänge bei der periostalen Verknöcherung innerhalb der Grundsubstanz einzelne gefärbte Kerne mit einem schmalen Hof ebenfalls, wenn auch schwächer gefärbten Protoplasmas, kann also von diesen Resten der früheren Zellen, die zur Bildung der Grundsubstanz bereits eingeschmolzenen Theile und Fortsätze der letzteren noch innerhalb derselben erkennen. Man trifft fer-

1) Ueber aktive Formveränderungen des Kernkörperchens. Schultze's Archiv. 10. Band. 4. Heft.

ner gefärbte Kerne, die überall von Grundsubstanz dicht umschlossen werden, keinen Hof unveränderten Protoplasmas mehr besitzen und sieht weiter Kerne die keine Carminfärbung mehr annehmen, da ihr Inneres ebenfalls von Grundsubstanz durchsetzt ist. Es können dann noch die Kernmembran, die Körnchen und Fäden des Kern-Innern deutlich unterschieden werden, man kann den Uebertritt von Fäden aus dem Kern-Innern in die Grundsubstanz verfolgen, bis später seine Durchsetzung durch letztere eine dichtere wird, der Kern als Ganzes innerhalb der Grundsubstanz nicht mehr unterschieden werden kann. Dass die letztere von Aussen her in die Zellen eingedrungen, in sie infiltrirt sei, schien mir schon aus dem Grunde wenig wahrscheinlich, weil dann wohl die einem Markraum zugehörigen Osteoblasten in gleichem oder ähnlichem Grade die bezeichnete Umwandlung erfahren würden, während die Knochenzellen eine Regelmässigkeit in ihrer Vertheilung und Anordnung erkennen lassen; wahrscheinlicher schien es mir, dass die Abscheidung von Theilen des Zell-Innern aus erfolge, von einzelnen Abschnitten der Peripherie und von den Fortsätzen aus nach dem Centrum vorschreitend, zuletzt das Kern-Innere betrifft und vermuthete ich, dass die Grundsubstanz als ein Abscheidungsprodukt der Fadennetze aufzufassen oder aus veränderten Ernährungsverhältnissen und gegenseitigen Beziehungen zwischen Fadennetzen und der in ihren Maschen enthaltenen Substanz hervorgegangen ist. Bei unserer völligen Unkenntniss der elementaren Lebensvorgänge in den Zellen ist es nicht möglich bestimmtere Anhaltepunkte über den in Rede stehenden Vorgang zu gewinnen, indessen für die gedachten Beziehungen schienen noch andere an der Ossifikationsgrenze zu machenden Beobachtungen zu sprechen. Bekanntlich hat Gegenbaur gegenüber den Anschauungen von Waldeyer die Ansicht vertreten, dass die Knochengrundsubstanz ein Ausscheidungsprodukt der Osteoblasten sei und nach den von mir gemachten Beobachtungen muss ich dieser Ansicht für die Bälkchen osteoiden Gewebes, die von Zügen dicht gedrängter Spindelzellen eingefasst sind, beitreten. Da wo die letzteren etwas von einander weichen treten noch seitliche Ausläufer und Verbindungen derselben untereinander hervor, die in der Regel wegen der dichten Anordnung der Zellen nicht sichtbar sind. Die Grundsubstanz ist an manchen Bälkchen durchsetzt von einem Netzwerk verästelter Zellen, deren Fortsätze zum Theil noch in ihrer Verbindung zur Bildung eines geschlossenen Maschennetzes deutlich erkannt werden können, zum Theil aber nur als lichte, schmale und nicht

scharf begrenzte Einfassungen der rundlichen oder länglichen, die Maschen ausfüllenden Anhäufungen von Grundsubstanz wahrgenommen werden können. Die Bildung der letzteren scheint hier so vor sich zu gehen, dass sie von den scheinbar spindelförmigen Zellen aus erfolgt und dass mit ihrer Absetzung das Netz anastomosirender, vorher nicht sichtbarer Ausläufer nur entfaltet wird, so dass die letzteren in ihrer Verbindung überall die Einfassung der von der abgeschiedenen Grundsubstanz erfüllten Maschen bilden. Später schmilzt ein immer grösserer Theil der Zellausläufer in der Grundsubstanz ein, dieselben werden schmäler und kürzer, die peripheren Abschnitte der Zellkörper erfahren die gleiche Umwandlung und ein Theil der Zellen verschwindet ganz, aber auch hier können an älteren Bälkchen einzelne Kerne noch recht gut unterschieden werden, während vom Zellkörper und von den Ausläufern nichts mehr zu sehen ist.

Wenn bei diesen Vorgängen zunächst die Grundsubstanz von den Zellen abgesondert wird und erst später die letzteren mit ihren Ausläufern in derselben verschwinden, so lässt sich annehmen, dass die von den geformten Theilen des Protoplasma abgeschiedene Substanz zunächst nach Aussen und erst später in die Zelle und in ihre Ausläufer selbst abgesetzt worden ist; da ich aber wiederholt von der Zelle wie von den Ausläufern und zwar von ihren Körnchen ausgehend, feine Fäserchen in die Ballen und Schichtungen der Grundsubstanz übertreten sah, musste die Frage entstehen, ob nicht gleichzeitig mit Abscheidung der Grundsubstanz ein Auswachsen aus den Fäserchen und Körnchen des Protoplasma der Zelle und ihrer Ausläufer stattfinde, so dass schliesslich die Grundsubstanz hier dieselbe oder eine ähnliche Beschaffenheit haben würde, wie an den Stellen, wo sie aus einer direkten Umwandlung der Osteoblasten eines Markraums hervorgegangen ist.

Auch die an den Ganglienzellen bei Sklerose derselben gemachten Beobachtungen sprechen dafür, dass aus den Theilen im Innern der Zellen die Substanz abgeschieden wird, welche allmählig den ganzen Zellkörper infiltrirt, demselben ein gleichmässig glänzendes Aussehen verleiht, während alle Besonderheiten der Struktur verschwinden. Es beginnt bekanntlich die Sklerose von der Peripherie der Ganglienzellen und von den Ausläufern her und im Innern der Zelle erscheint der Kern sammt einer ihn umschliessenden Protoplasmaschicht von Anfang an unverändert, bis später die letztere mit dem Kern ebenfalls ein homogenes, glänzendes Aussehen erhält, der Kern nicht mehr unterschieden

werden kann und das Kernkörperchen allein noch deutlich hervortritt. Wollte man annehmen, dass eine die Ganglienzellen verändernde Substanz von Aussen in sie eindringe, so fehlt einmal jeder Anhaltepunkt für die Bildung derselben und ausserdem würden dann die denselben Ernährungsgebieten zugehörigen Zellgruppen in gleicher Weise und in gleichem Grade verändert sein, was nicht der Fall ist; vielmehr scheint es sich hier um eine lokale, mit den Veränderungen im Bindegewebe in Zusammenhang stehende Ernährungsstörung zu handeln und analoge Vorgänge lassen sich ja auch bei dem letzteren nachweisen, indem Fibrillenlagen, die aus Umwandlung der Bindesubstanz in der Umgebung der Gefässe hervorgegangen sind, durch Abscheidung einer homogenen formlosen Zwischensubstanz zu einer stark glänzenden soliden Masse verschmelzen. Der Annahme, dass die Fäserchen und Körnchen des Protoplasma hohle und für die Ernährungsvorgänge der Zelle bestimmte Gebilde seien, lagen eben die Erwägungen zu Grunde, dass in den angezogenen Fällen sich die eintretenden Veränderungen in den Geweben aus einer unmittelbaren Wechselwirkung zwischen dem aus den Gefässen ausgetretenem Ernährungsmaterial und der Zellsubstanz schlechterdings nicht erklären lassen, vielmehr als das Produkt von Vorgängen erscheinen die in den geformten Theilen des Zellkörpers ablaufen.

Ueber die Entwickelungsgeschichte von Helix.

Zugleich ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie und Phylogenie der Pulmonaten.

Von

Dr. Hermann von Jhering
in Göttingen.

(Hierzu Taf. XVII.)

Die hier vorliegenden Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte von Helix pomatia und Helix nemoralis wurden im Laufe des Juli und August 1874 in Göttingen angestellt. Dadurch begannen sie erst zu einer Zeit, wo die meisten Schnecken schon ihre Eier abgelegt hatten. Wurden nun auch immer noch neue Eier, grossentheils unter meinen Augen abgelegt, so hatte ich auf diese Weise doch nicht die Gelegenheit so lange, resp. so eingehend alle einzelnen Punkte der Entwickelungsgeschichte unserer Pulmonaten zu verfolgen, als ich es wohl gewünscht hätte. Ein weiteres Moment, welches gerade die Untersuchung der Ontogenie von Helix besonders erschwert, liegt in der Undurchsichtigkeit der Kalkschale des Eies. Man kann hier nicht wie bei den zu solchen Studien mit mehr einladenden Eiern der Lymnaeiden an demselben Eie zahlreiche Stadien der Entwickelung verfolgen, es wird vielmehr durch das Oeffnen des Eies dessen weiterer Entwickelung ein Ziel gesetzt. Man hat also es nicht in seiner Hand, den Embryo gerade in einem bestimmten Stadium zu untersuchen. Einmal sind die Eier, welche an einem bestimmten Tage von einer Schnecke abgelegt werden unter einander nicht übereinstimmend in Bezug auf die Stufe ihrer Entwickelung, wohl in Folge der verschiedenen Termine ihrer Befruchtung. Sodann geht aber auch der weitere Verlauf der Entwickelung je nach den Witterungs- und Temperaturverhältnissen in sehr ungleicher Weise vor sich. Durch diese ungünstigen Umstände sind, trotz anhaltendster Ausdauer im Untersuchen und reichem Material noch zahlreiche Punkte unaufgeklärt geblieben, zumal da ich eine Reihe von Fragen, die

mir besonders interessant schienen, einer ganz speziellen Aufmerksamkeit würdigte.

Wenn ich dennoch jetzt schon meine Untersuchungen veröffentliche, so geschieht es nicht sowohl, weil ich für die nächste Zeit keine Aussicht habe, dieselben wieder aufnehmen zu können, sondern auch weil ich glaube, dass doch eine Anzahl von Beobachtungen in ihnen vorliegen, welche mit Interesse aufgenommen werden dürften. Ich mache hier nur aufmerksam auf die Entdeckung des rudimentären Velum, durch welche zugleich alle früheren Versuche den Pulmonaten ein Homologon des Velum, namentlich in den sog. Lippenwülsten zuzuschreiben, als verfehlt erwiesen werden, ferner auf die genaue Verfolgung der Genese von Mantel, Schale, Fuss und Geschlechtsapparat. Von ganz besonderem Interesse war für mich die Verfolgung der Anlage des Nervensystems, die zu unerwarteten Ergebnissen führte, in Folge deren ich mich auch genöthigt sehe, die bisherige resp. von Gegenbaur vertretene Deutung der einzelnen Abschnitte des Nervensystems anzugreifen, um eine andere an ihre Stelle zu setzen.

Ueber diejenigen Punkte, welche wie Urniere, Schwanzblase u. a. schon von früheren Untersuchern, namentlich von Gegenbaur genau erforscht worden sind, glaubte ich mich sehr kurz fassen zu müssen.

Meine Untersuchungen über die Ontogenie der Heliciden sind theils an Helix nemoralis theils an Helix pomatia angestellt. Beide Schnecken legten, zum Theil vor meinen Augen, im Juni ihre grossen durch eine weisse Kalkschale geschützten Eier in ziemlicher Menge ab. Während die Kalkschale der Hel. nemoralis sehr hart und spröde ist, so dass beim Zerbrechen derselben sofort die Eiweissmasse ausfliesst, sind die Eier der Helix pomatia nicht nur durch ihre beträchtlichere Grösse — 6 Mm. — sondern auch dadurch besonders zur Untersuchung geeignet, dass sich die weiche äussere Kalkschale bei einiger Sorgfalt leicht von der unter ihr gelegenen zarten durchsichtigen Membran abziehen lässt, worauf man dann bequem das Ei oder den Embryo erkennen und seine Rotationen verfolgen kann. Dieses so seiner Kalkschale beraubte Ei entspricht vollkommen dem Ei der Süsswasser-Pulmonaten. Beide enthalten in einer zarten membranösen Kapsel (Chorion) eine zur Ernährung dienende zähflüssige Eiweissmasse, in welcher das Eierstocksei, resp. der Embryo schwimmt und rotirt. Die Kalkhülle ist ein accessorisches Gebilde, ähnlich wie die gallertige Eiweissmasse, in welcher die Eier der Limnaeen abgesetzt werden,

und sie wird erst im Uterus während das Ei durch ihn hinabsteigt, um dasselbe abgelagert. Oeffnet man eine beim Eierlegen gestörte Schnecke, so findet man nur die untersten Eier schon reif, während bei den höher oben gelegenen diese Kalkhülle noch sehr dünn ist, oder nur durch einzelne der membranösen Eihülle aufliegende Kalkspathrhomboëder repräsentirt erscheint, oder endlich noch gänzlich fehlt. Diese hoch oben im Uterus gelegenen Eier sind schon befruchtet, der Furchungsprozess ist hier schon eingeleitet und er ist oft schon ziemlich weit vorgerückt, wenn das Ei abgelegt wird. Ueberraschen darf uns dieses Factum nicht, denn es kann gegenwärtig die Annahme nicht mehr aufrecht erhalten werden, dass das Receptaculum seminis in irgend einer Beziehung zum Befruchtungsacte stehe. Das Receptaculum seminis hat nur die Aufgabe bei und nach der Begattung die Spermatophore aufzunehmen. Lange bleibt indessen der Same hier nicht. Sobald durch den Zerfall der Spermatophore die Samenelemente frei geworden, gelangen sie durch Vorgänge, deren Mechanismus noch immer nicht aufgeklärt ist, in den Uterus, in dem sie hinaufsteigen. —

Dass der Ort, wo die Samenfäden an das Ei herantreten und es befruchten, nicht die Mündung des Recept. seminis sein könne, ist schon klar aus dem Umstande, dass die Eier wenn sie hier vorbeikommen, schon jene dicke für Samenfäden undurchlässige Kalkhülle besitzen und dass sie auch, wie ich schon mittheilte, bereits befruchtet und in der Entwickelung begriffen hier vorbeikommen [1]). Andererseits kann man nur dann mit Sicherheit darauf rechnen, das Receptaculum seminis mit Samenfäden gefüllt zu finden, wenn man die Schnecke bald nach der Begattung tödtet. Ich habe viele Schnecken untersucht, welche ich gerade beim Eierlegen abfasste, und deren Uterus noch bis oben hin mit befruchteten Eiern gefüllt war, in deren Receptaculum seminis [2]) auch nicht ein einziger Samenfaden sich vorfand, dagegen jene bekannte röthlichbraune schmierige Masse, mit welcher man auch ausser der Fortpflanzungszeit das Receptaculum erfüllt findet. Es hatte nachweisbar in diesen Fällen ein langer Zwischenraum sich zwi-

1) Ob die Furchung regelmässig und bei allen Eiern einer Schnecke schon oben im Uterus beginnt, vermag ich nicht zu sagen. Jedenfalls aber ist die mitgetheilte Thatsache für eine Anzahl von Eiern durch meine Beobachtungen sicher constatirt.

2) Selbstverständlich meine ich hier nicht nur die Blase, sondern auch ihren Ausführungsgang.

schen der Begattung und der Eierablage befunden, indem die von mir untersuchten Schnecken nach einem starken Regen hervorgekommen waren, dem eine längere heisse und regenlose Zeit vorausgegegangen war. In solchen Zeiten herrscht bekanntlich kein oder nur wenig Leben unter den Landschnecken, namentlich aber unseren Helices, welche dann im Boden ruhen. Es ist verkehrt anzunehmen, dass die Termine der Begattung und der Eierablage immer nahe zusammenlägen. Es liegen vielmehr oft Wochen dazwischen, und in diesem Zeitraume tritt dann der Same in den oberen Theil des Uterus. Hier, wo durch die Eiweissdrüse das Eierstocksei seine Hülle erhält, muss den oben angegebenen Argumenten zufolge die Befruchtung vor sich gehen. Gerade hier liegt nun auch ein Organ, welches schon oft gesehen, noch nie untersucht, jedenfalls als die eigentliche wahre Samentasche angesehen werden muss. Obwohl schon in Brandt's und Ratzeburg's Med. Zoologie ihrer Erwähnung geschah, auch Paasch und Meckel von ihr Kenntniss hatten, haben doch auch Keferstein und Ehlers, welche ihre Bedeutung richtig erfassten, den Bau dieser Samenblase, der Vesicula seminalis nicht erkannt[1]). Diese Samenblase, auf welche wir unten gelegentlich der Genese des Geschlechtsapparates zurückkommen werden (vergl. Fig. 20), ist in der Fortpflanzungszeit beständig mit Samenfäden gefüllt, und von ihr aus werden die vorbeistreichenden Eier befruchtet.

Wir hätten hiernach bei vielen Zwitterschnecken mehrfache, den Leitungswegen des Geschlechtsapparates anhängende, zur Aufbewahrung des Samens dienende Blasen, nämlich ausser dem längst bekannten Receptaculum seminis die von mir beschriebenen Samenblasen oder Vesicae seminales! Wie sollen wir diess physiologisch verstehen? Denn es leuchtet doch ohne weiteres ein, dass zwei an weit von einander getrennten Stellen des Geschlechtsapparates befindliche Organe nicht wohl dieselbe Funktion haben werden. Nun, das gleichzeitige Vorkommen zweier verschiedener als Aufbewahrungsort für das Sperma dienenden Organe kann uns, so scheint mir, an und für sich kaum erstaunen bei einem Thiere,

1) „Trotz vieler Mühe konnten wir den Bau dieses Körpers nicht klar erkennen; jedenfalls ist es kein blosses Divertikel, sondern ein mehrfach verschlungener Gang. Injektionen vom oriduct aus, auf die wir unsere Hoffnungen gesetzt hatten, traten nie in diesen feinen Gang ein." W. Keferstein und E. Ehlers, Beiträge zur Kenntniss des Geschlechtsverhaltnisses von Helix pomatia. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. X. 1860. S. 269. Ebenso auch Perrtz in Comptes rendus. Tome LXXI. 1870. p. 281.

welches Zwitter ist, und sich nicht selbst befruchtet. Denn ein Samenbehälter kann offenbar auf zweierlei Weise einem solchen Thiere dienen, entweder indem er das in der eigenen Zwitterdrüse bereitete fertige Sperma bis zum Momente der Begattung aufbewahrt, oder indem er den Samen aufnimmt, welchen das Thier von einem anderen bei der Begattung empfängt. Da wir nun überhaupt an den Zwitterschnecken die zum männlichen Geschlechtsapparate gehörenden Organe von den zum weiblichen gehörenden trennen müssen, so werden wir den Samenbehälter im ersten Falle als einen männlichen, im anderen als einen weiblichen zu bezeichnen haben. Es lässt sich nun leicht nachweisen, dass in der That in dieser Weise die beiden Organe aufzufassen sind. Die oberen Samenblasen findet man fast immer, also auch ausserhalb der Begattungs- und Fortpflanzungszeit mit Samen erfüllt. Dieser Umstand, sowie ihre Lage am Ende des Zwitterganges, wo der vorbeikommende Samen leicht in sie gelangen kann, bieten wohl Anhalt genug, um sie als männliche Samenblasen entgegenzustellen, der am unteren Theile des gesonderten weiblichen Leitungsapparates, d. h. der Vagina ansitzenden Blase, dem Receptaculum seminis. Letzteres ist also der weibliche Samenbehälter, wie nicht nur aus seiner Lage hervorgeht, sondern auch aus dem Umstande, dass man es nur nach der Begattung, resp. also während der Fortpflanzungszeit mit Sperma erfüllt antrifft. Ich glaube danach ein Recht zu haben die Vesicula seminalis (die also nicht zu verwechseln ist mit dem Receptaculum seminis) als den männlichen, das Receptaculum seminis als den weiblichen Samenbehälter zu bezeichnen.

Eines der grössten von den zahlreichen Räthseln, die auf diesem Felde noch zu lösen bleiben, ist dabei noch die Frage, durch welche Vorrichtungen das Eintreten der eigenen Samenelemente der Schnecke in diese Samenblase und damit die Selbstbefruchtung verhindert werde. —

Ueber die Furchung können wir uns kurz fassen; sie bietet nichts besonders Bemerkenswerthes dar, so dass schon die Zeichnungen Fig. 1—6 genügen würden. Während das reife Eierstocksei eine Grösse von 0,14—0,15 Mm., einen Kern von 0,045—0,053 Mm. mit einem nucleolus von 0,012 besitzt, ist im gelegten Ei der Dotter (Fig. 1) 0,2—0,29 Mm. gross mit einem Kern von 0,07 Mm. Die Grössendifferenzen zwischen dem Dotter von Helix nemoralis und von Helix pomatia sind zu dieser Zeit nur gering. Mit oder gleich nach dem Verschwinden des Keimbläschens treten 1—3

Richtungsbläschen aus. Die Undurchsichtigkeit des dunklen Eies in Verbindung mit dem Umstande, dass man durch Oeffnen der Eischale jedesmal auch die Weiterentwickelung aufhebt, gestatteten nicht zu erkennen, ob das Keimbläschen einfach zu Grunde ging oder ob es, an die Peripherie herantretend ausgestossen werde, und ob damit die Richtungsbläschen in Beziehung gesetzt werden können. Zur Entscheidung solcher Fragen sind gerade unsere beiden Species wenig geeignet. Beachtung verdiente indessen vielleicht die erhebliche Anzahl der Richtungsbläschen und die eigenthümliche Beschaffenheit ihres Inhaltes, welcher bei den meisten aus zahlreichen sehr kleinen runden blassen Kügelchen besteht. Ihre Grösse ist bei beiden Arten nahezu gleich, indem der Durchmesser bei Helix nemoralis 0,035—0,04, bei Helix pomatia 0,046 Mm. misst. Das Austreten der Richtungsbläschen macht zugleich die Existenz der feinen Dotterhaut sehr deutlich, indem dieselbe sich über das Richtungsbläschen hinwegspannt, wie auch aus unserer Fig. 2 *d* ersichtlich ist. Die Zweitheilung des Eies leitet sich ein durch die Bildung einer centralen *Höhlung* wie Fig. 2 zeigt. Hierauf fogt dann in ganz regelmässiger Weise die Viertheilung, wobei eine Zeitlang die beiden je aus einer Zelle stammenden neuen Zellen einander noch mehr genähert bleiben. Nun wird die Furchung eine ungleichmässige indem eine der vier Kugeln sich rascher als die anderen theilt, wie unsere Fig. 4 es zeigt. — An diesem von Helix pomatia stammenden Eie maassen die grossen dunklen Kugeln 0,14—0,17 Mm., die kleineren 0,08—0,09 Mm. An letzteren erkannte man einen 0,023 Mm. grossen Kern. Die rascher sich theilenden kleineren Zellen sind viel blasser und durchsichtiger als die grossen dunklen. Indem die ersteren sich bedeutend abplatten, wie es auch an Fig. 4 schon an den nach aussen gelegenen Zellen erkenntlich ist, bilden sie, die grossen dunklen Zellen rasch umwachsend, bald eine geschlossene zarte Hülle um jene. Durch die bedeutende Vergrösserung des centralen Zellenhaufens werden nur die äusseren Zellen, resp. die Membran, welche sie bilden ausserordentlich verdünnt, so dass man in diesen Stadien — Fig. 5 — nur sehr schwer und nach Osmiumbehandlung das dünne geschlossene Ectoderm erkennen und es als einen feinen Ueberzug, an dem man nur selten die Grenzen der einzelnen Zellen unterscheidet, über die dunklen sehr scharf contourirten Entodermzellen nachweisen kann. Auch im weiteren Verlaufe der Entwickelung bleibt das Ectoderm noch lange Zeit eine äusserst dünne feine Membran. Unterdessen haben

auch die Entodermzellen sich erheblich vermehrt und der Embryo (Fig. 6) stellt uns nun eine aus zwei concentrischen Hohlkugeln zusammengesetzte Keimblase dar. Die Entodermzellen sind grösser als die des äusseren Keimblattes, sie messen 0,04—0,06 Mm. im Durchmesser, gegen 0,021—0,25 Mm. für den Durchmesser, und 0,011—0,013 Mm. für den Kern bei den Ectodermzellen. Schon jetzt sind die Entodermzellen mit einem grossen, fast die ganze Zelle einnehmenden Fetttropfen erfüllt. Es beginnt nun eine Differenzirung der Ectodermzellen, in Folge deren an dem oralen Pole, welchem die Entodermblase anliegt, die Zellen kleiner und zahlreicher werden, als in der andern Hälfte. Die kleineren Zellen sind es, welche an der weiteren Differenzirung der Organe den regsten Antheil nehmen, aus welchen Mundmasse, Velum, Nervensystem, Urniere und Fuss sich jetzt rasch anlegen, wogegen jene grösseren Ectodermzellen, aus denen die Körperwandung hervorgeht, sich nicht so rasch vermehren und zunächst keine so wichtige Rolle spielen. Jene kleineren oberen Ectodermzellen messen 0,015—0,02 Mm., während die anderen, welche wie die Entodermzellen durch den Besitz von Fetttropfen ausgezeichnet sind, 0,04—0,05 Mm. gross sind. Letztere zeichnen sich auch dadurch aus, dass sie durch Fortsätze unter einander perlschnurförmig verbunden sind, was auch späterhin noch der Fall ist, wie z. B. Fig. 10 es zeigt, nur sind die Verbindungen dann keine einzelnen Fortsätze mehr, sondern die Zellen bilden durch ihre zahlreichen Anastomosen ein Netzwerk.

Das Entoderm liefert den Darm, mit Ausschluss der vom Ectoderm stammenden Mundmasse, und die Leber. Ueber den Ursprung der Speicheldrüsen besitze ich keine sicheren Beobachtungen. Der dem Munde zunächst liegende Theil des Entodermes besteht aus grösseren, fettreicheren Zellen, während die entgegengesetzte Partie aus kleineren Zellen gebildet wird, welche die Leber und den Enddarm bilden. Letzterer entsteht als ein zapfenförmiger, hohler, blindgeschlossener Zapfen, der im weiteren Verlaufe seines Wachsthumes sich nach vorne umbiegt und endlich sich dem Ectoderm sehr nähert. So bildet sich der After, indem eine flache Einsenkung des Ectodermes mit dem blinden Ende des Mastdarms verschmilzt.

Am Ectoderm treten sehr früh zahlreiche wichtige Anlagen hervor. Am oralen Pole bildet sich eine blindsackförmige Einstülpung, aus welcher späterhin die Mundmasse wird. Ueber ihr entsteht ein flimmernder lappenartiger Fortsatz, welcher meist in das

Lumen der Mundmasse von oben hineinragt (Fig. 7 *v*), wie wir weiterhin sehen werden, ein rudimentäres Velum. Zu beiden Seiten der Mundmasse sieht man die Urnieren entstehen, jene bekannten nur dem Embryonalleben angehörigen Organe. Ihre dem Munde zunächst liegende Partie ist am ersten völlig entwickelt, die hintere differenzirt sich in von vorn nach hinten weiter schreitender Weise erst allmählich. Am aboralen Pole hat sich unterdessen eine schildförmige Verdickung des Ectoderms gebildet, welche durch eine Furche umgrenzt, sich in leichter Wölbung über die übrige Ectodermfläche erhebt, es ist die Anlage des Mantels (Fig. 7 u. 8 *mt*). Mehr dem Mundpole genähert bildet sich an der dem Velum entgegengesetzten Seite eine kielförmige Verdickung des Ectoderms (Fig. 7 und 8 *f*), welche in der Medianebene in eine scharfe Leiste ausgeht, andererseits nach oben hin in zwei Lamellen auseinander weicht, die den Körper zwischen sich fassen. Die Lamellen liegen anfangs als gesonderte Häute dem Ectoderm auf; je weiter sie sich aber von ihrer Verwachsungsstelle entfernen, desto weniger scharf ist die Grenze zwischen ihnen und ihrer Unterlage zu ziehen, bis beide endlich verschmelzen. Der äusserste kielförmige Theil bildet die contractile Schwanzblase, der andere dem Körper mehr genäherte den Fuss. Das Ectoderm hat jetzt an Dicke erheblich zugenommen, es haben sich von ihm durch Wucherungen über und unter der Mundmasse die Ganglien abgetrennt, es sind ferner nach innen hin andere Zellenhaufen abgelöst und zum Mesoderm geworden, aus dem sich schon früh das Herz (Fig. 10 *c*) später erst Niere und Geschlechtsapparat bilden.

Jetzt sind wir schon völlig orientirt über die Anlage des Körpers, dessen Bauchseite uns durch den Fuss ebenso genau angezeigt wird, wie die Rückenhälfte durch das Velum, während die Mundmasse den vorderen, die Mantelanlage den hinteren Pol bezeichnet.

Wir werden späterhin noch einzelne dieser Punkte genauer in's Auge fassen, namentlich diejenigen, auf welche durch diese Untersuchungen ein neues Licht gefallen ist, wogegen die Organe, welche wie Urniere, Schwanzblase u. s. w. schon durch frühere Arbeiten hinlänglich erkannt sind, nicht speziell behandelt werden sollen. Wir müssen hier aber einen Rückblick werfen auf das bisher Mitgetheilte, namentlich mit Rücksicht auf die Genese der Keimblätter. Es treten also bei unseren Embryonen zwei Keimblätter auf, von denen das eine, das Entoderm, nur Darm und Leber den Ursprung giebt, während das andere, das Ectoderm,

Alles übrige liefert. Dabei tritt jedoch insoweit noch eine Differenzirung ein, als ein Theil des Ectodermes als Mesoderm einen gewissen Grad von Selbständigkeit erlangt. Die Genese beider Keimblätter lässt uns sowohl das Stadium der einschichtigen Blastosphaera wie das der Gastrula vermissen. Indem die Ectodermzellen die Entodermzellen umwachsen, entstehen zwei concentrische Hohlkugeln, deren Verbindung erst in sehr später Zeit durch Wucherungen des Ectodermes und Verwachsungen derselben mit dem Entoderm hergestellt wird. Ich habe das gleiche Verhalten auch an Cyclas beobachtet und dieser Umstand macht mich zu einigen Zweifeln geneigt gegen die Angaben Ray-Lankester's und E. Haeckel's, nach welchen die Gastrula nicht nur bei Cyclas, sondern überhaupt bei den Mollusken sehr allgemein verbreitet vorkommen solle. Sicher scheint die Gastrula bei den Süsswasser-Pulmonaten beobachtet zu sein, wogegen die übrigen Angaben jedenfalls mit einiger Vorsicht aufzunehmen sein dürften.

Gehen wir nunmehr über zur genaueren Betrachtung derjenigen einzelnen Punkte, hinsichtlich deren meine Untersuchungen besonders neue, oder von den bisherigen Angaben abweichende Resultate ergeben haben. Wir werden dieselben in folgender Reihenfolge behandeln: 1) Das Velum, 2) Mantel und Schale, 3) den Fuss, 4) das Nervensystem, 5) den Geschlechtsapparat. —

1) Das Velum.

Der Nachweis des Vorhandenseins eines rudimentären Velums bei den Embryonen der Landpulmonaten scheint mir von besonderem Interesse zu sein. Einmal ist die Beachtung dieses Factum wichtig für die Systematik. Der Mangel des Velum in der Ontogenie bildete für die Pulmonaten eines der wichtigsten Kennzeichen, durch welches sie den anderen Ordnungen der Gastropoden gegenüber als eine eigene, scharf geschiedene Abtheilung sich charakterisirten. Dieses Merkmal fällt nun hinweg und das Velum muss als ein allen Ordnungen der Gastropoden gemeinsam zukommendes Organ betrachtet werden. Den Uebergang zu dem cataplastischen Zustande des Velum bei den Pulmonaten bildet seitens der mit einem so mächtigen Velum begabten Prosobranchien Paludina, bei welcher dasselbe bekanntlich schon eine bedeutende Rückbildung erlitten hat.

Das Velum von Helix entspricht nach seiner Stellung über dem Munde ganz den Vorstellungen, welche man sich von

einem verkümmerten Velum im Voraus machen konnte (vergl. Figur 7, 12 und 13 *v*). Die Deutung desselben wird gesichert durch den Umstand, dass es flimmert, während alle umgebenden Theile der Cilien entbehren. Unsere Auffassung stützt sich daher ebensowohl auf die Gestalt dieses keiner anderen morphologischen Deutung fähigen Organes, wie auf seinen auffälligen Flimmerbesatz und auf seine Lage. Auf diese zuverlässigen, an das Verhalten der Prosobranchien sich eng anschliessenden Beobachtungen gestüzt wird es gestattet sein, die bisher gemachten Versuche, das Velum als ein auch den Pulmonatenembryonen zukommendes Organ nachzuweisen, einer Kritik zu unterziehen, resp. sie als nicht zutreffend zu erweisen. Zuerst hat wohl R. Leuckart diesen Versuch gemacht, indem er bemerkte[1]): „dass die Lippenwülste der Pulmonaten morphologisch den Segellappen der übrigen Gasteropoden entsprechen, scheint mir besonders durch das übereinstimmende Verhältniss, in welchem dieselben zum Fusse stehen erwiesen.“

Unabhängig davon ist neuerdings dieselbe Deutung an den Embryonen von Limnaeus versucht worden.

E. Ray-Lankester[2]) hat in einer Abhandlung über die Entwickelungsgeschichte der Limnaeen die bekannten Theile anders wie bisher aufgefasst. Den ringförmigen Wulst, den man als den Mantelrand zu betrachten pflegt, erklärt Ray-Lankester, nachdem er ihn mit Cilien besetzt gefunden[3]), für die erste ringförmige Anlage des Velum (S. 367). Im weiteren Verlaufe der Entwickelung lässt er daraus die grossen zur Seite des Mundes stehenden „subtentacular lobes“ entstehen (S. 381), aus welchen dann knospenförmig die Tentakeln hervorsprossen. Limnaeus biete dadurch ein ganz auffälliges Verhalten, durch welches er sich wesentlich von allen übrigen Mollusken unterscheide, indem seine vela nicht Larvenorgane, sondern Theile vorstellten, welche weiter wachsend noch am erwachsenen Thiere jeder Zeit mit unbe-

---

1) R. Leuckart, Ueber die Morphologie u. die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. 1848. S. 142 Anm. 2. — Vergl. auch Bergmann u. Leuckart, Vergl. Anatomie u. Physiologie. 1855. S. 670 u. 671.

2) E. Ray-Lankester, Observations on the development of the Pond-snail (Lymnaeus stagnalis) and on the Early Stages of other Mollusca. Quaterly Journal of microscop. science. New Series No. LVI. London, Oct. 1874. S. 365—391.

3) Sollten diese nur auf dem Ringwalle, nicht auch auf einem grossen Theile des übrigen Körper stehen?

waffnetem Auge erkenntlich seien. Es sind dies eben jene „subtentacular lobes“, welche nach seiner Ansicht zugleich die Homologa des Räderapparates der Rotiferen sein sollen (S. 367).

Haben die Limnaeen, wie wohl anzunehmen, wirklich auch ein rudimentäres Velum, so wird dasselbe keinesfalls mit den von Ray-Lankester dafür angesehenen Theilen etwas zu thun haben, sondern eher dem Velum der Heliciden gleichen. Näheres lässt sich jedoch hierüber nicht sagen, bevor nicht erneute Untersuchungen diesen Punkt ganz speziell berücksichtigt haben werden. Ganz dasselbe gilt natürlich von den Untersuchungen Ganin's [1]) über die Entwickelung der Wasser-Pulmonaten. Er betrachtet zwei Wülste die rechts und links zur Seite des Mundes stehen als die Hälften des Velum. Es ist wohl allen diesen Angaben gegenüber nicht überflüssig, nochmals zu bemerken, dass sie nichts zu thun haben mit dem hier nachgewiesenen wirklichen rudimentären Velum, welches von den bisherigen Beobachtern übersehen wurde. Was jene Forscher als Velum deuteten, hat also in Wahrheit zu ihm keine Beziehung, wie das gleichzeitige Vorkommen des Velum und jener Lippenwulste bei den Heliceen genugsam beweist.

Die Lehre von den rudimentären Organen, die Dysteleologie wie E. Haeckel sie treffend bezeichnet, gilt mit Recht als einer der stärksten Beweise für die Wahrheit der Abstammungslehre, sie ist, wie Haeckel (Gen. Morph. II, S. 267) bemerkt, „geradezu der unmittelbare Tod aller Teleologie“. Immerhin ist nicht zu verkennen, dass nicht für alle rudimentären Organe in gleicher Weise ihre Zwecklosigkeit oder Unzweckmässigkeit sicher erweisbar ist. Gar viele derselben leisten, sei es im ausgebildeten Thierkörper, sei es während der Entwickelung desselben noch andere Dienste, als die, welche wir in der Regel nur berücksichtigen, indem uns so leicht die Hauptleistung eines Organes als seine einzige erscheint. Ganz besonders werden daher diejenigen rudimentären Organe unser Interesse fesseln müssen, bei welchen der teleologischen Spekulation jeder Ausweg verlegt ist. Solche Bei-

1) Ganin, Beitrag zur Lehre von den embryonalen Blättern bei den Mollusken. Nach dem Referat von Hoyer in Hofmann und Schwalbe's Jahresbericht I, 1873. S. 358. Diese Ganin'sche Arbeit wird hier keine weitere Berücksichtigung finden, da ihre Ergebnisse so wenig mit allem übereinstimmen, was bisher über Lymnaeus und Cyclas Entwickelung bekannt geworden, dass man bis auf etwaige Bestätigung zu einigem Misstrauen berechtigt ist, umsomehr, da meine eigenen Untersuchungen an Cyclas mich zu einer Bestätigung der bisherigen Ansichten führten.

spiele wird gerade die Ontogenie uns leichter liefern können. Selten aber liegt das Verhältniss in solcher Klarheit vor, wie in dem hier mitgetheilten Falle. Das Velum der Heliciden ist ein embryonales Organ, welches, bald wieder zu Grund gehend, zu keiner Zeit irgend welchen physiologischen Werth besitzt. Es ist viel zu klein, um auf die Ortsbewegung des Embryo einen Einfluss üben zu können, es ist überhaupt ein höchst entbehrliches und überflüssiges Gebilde. Wenn aber mit aller Gewalt jedes Organ, folglich auch dieses rudimentäre Velum einen Nutzen und Zweck haben muss, so kann der Zweck des letzteren nur der sein, den modernen Zoologen als eine Leuchte zu dienen auf dem dunklen Gebiete der Phylogenie der Pulmonaten, als ein Hinweis auf ihre Abstammung von marinen, während der Ontogenie mit einem mächtigen Velum ausgerüsteten Mollusken.

2) Mantel und Schale.

Der Mantel legt sich nicht in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig an, sondern er entsteht am aboralen Pole als eine kleine Ectodermwucherung, die sich erst während des weiteren Wachthums des Embryo so beträchtlich vergrössert. Schon sehr frühe schnürt sich die am aboralen Pole gelegene Partie des Ectodermes, indem sie sich schildbuckelförmig vorwölbt (Fig. 8 *mt*), durch eine flache Furche von dem übrigen Körper etwas ab. Von oben gesehen erscheint diese Partie wie ein ovaler Schild, der von einem hellen und einem dunkleren Hofe umgeben ist. Diese schildförmige Ectodermverdickung ist die erste Anlage des Mantels, welcher rasch weiterwächst, indem sein peripherischer Theil, derselbe welcher von der Ringfurche begrenzt ist, sich immer weiter über den Körper ausbreitet, resp. ihn umwächst. In dem centralen ältesten Theile entsteht von der obersten Epidermislage verdeckt, die zarte durchsichtige Schale, welche schon sehr früh durch Einreissen ihrer zarten Decke frei wird. Unsere Figuren 9 und 14 *s* werden dieses Verhältniss hoffentlich klar machen.

Die Mantelanlage hat in neuester Zeit zu einem eigenthümlichen Missverständniss Anlass geboten. Die betreffenden Angaben, gleichfalls in der schon citirten Abhandlung Ray-Lankester's enthalten, sind für Jeden, der nicht die staunenswerthe Unkenntniss und zugleich die zügellose Phantasie des Autors jener wunderbaren Abhandlung besitzt, so unfasslich und der Widerlegung unwerth, dass nur der Umstand mich veranlasst sie überhaupt zu

berücksichtigen, dass Ray-Lankester für die Bestätigung seiner Ansichten ausdrücklich an die Erfahrungen späterer Schriftsteller über Pulmonatenentwickelung appellirt. Ray-Lankester hält nämlich die Byssusdrüse der Acephalen resp. ihr Sekret nicht nur für die erste Anlage des Schalenligamentes der Muscheln, sondern er lässt sie auch bei Limnaeus unter der Schale, beziehungsweise dem Mantel existiren, Grund genug für ihn, um nun die innere Schale von Limax mit ihr, seiner „Shell-gland“ für homolog zu erklären (S. 371). Ich würde nie auf den Gedanken gekommen sein, dass mit jener „Shell-gland“ die Byssusdrüse gemeint sei, hätte er nicht eine ziemlich treffende Abbildung von dem Embryo eines Pisidium gegeben. Da ich mich selbst längere Zeit mit der Entwickelungsgeschichte von Cyclas und Pisidium befasst habe, halte ich mich hierin einigermaassen zum Urtheilen für berechtigt. Das was nun an jenem Pisidiumembryo (Fig. 1 S. 368) Ray-Lankester für die Shell-gland erklärt, ist dasselbe, was seit langer Zeit als die Byssusdrüse bezeichnet wird, eine Drüse, die Ray-Lankester nicht einmal dem Namen nach kennt (sic)! Die Byssusdrüse der Acephalen und ihrer Embryonen ist aber ein Organ, welches durchaus an den Fuss gebunden [1]) erscheint, so dass der Versuch, sie mit auf dem Rücken der Muscheln und Gastropoden gelegenen Theilen in Beziehung zu setzen gar keiner Widerlegung bedarf. Welche Organe es in Wahrheit sind, die Ray-Lankester so sehr in die Irre geführt haben, vermag ich nicht zu sagen, da ich mich nicht selbst mit der Ontogenie der Limnaeen befasst habe. Nach den Abbildungen aber, welche er selbst, sowie Lereboullet [2]) von Limnaeusembryonen gegeben, ist das was Lankester als die Shell-gland auffasst identisch mit dem Rectalkegel (tube rectal) Lereboullets. Sollte dieses Organ nicht vielleicht die Anlage der Zwitterdrüse darstellen?

Jedenfalls bedarf Ray-Lankester's Annahme, dass die Schale von Limax, weit davon entfernt derjenigen von Limnaeus zu entsprechen dem Byssusfaden der Lamellibranchien-Embryonen homolog

1) Wie das Verhältniss bei den Najadenembryonen steht, ist noch nicht recht ersichtlich. Hier ist durch den frühzeitigen Eintritt der Embryonen in das freie Leben das Auftreten der Byssusdrüse in eine ungewöhnlich frühe Zeit der Ontogenie auf dem Wege der embryonalen natürlichen Zuchtwahl verlegt. Den Nachweis der Byssusdrüse gab ich in den „Sitzungsberichten der naturf. Gesellschaft zu Leipzig“ Nr. 1. April 1874. S. 3 ff.

2) Annales des sc. nat. IV. Sér. Zoolog. Tome XVIII 1862. p. 142 u. 144. Pl. 12 Fig. 47 und 49 g.

sei, keiner ausdrücklichen Zurückweisung. Es ist im Gegentheile die Pulmonatenschale anfangs eine innere, und es ist daher auch morphologisch wie genetisch die Schale von Helix und Limnaeus derjenigen von Limax gleichzusetzen. Bemerkenswerth ist nur das frühe Freiwerden der Schale, die schon in einem Stadium wie es uns durch Figur 10 repräsentirt wird frei zu Tage liegt. Es scheint mir indessen immerhin sehr wünschenswerth, dass die Genese der Pulmonaten- und Prosobranchien-Schale noch genauer verfolgt werde.

Die Schale ist von Anfang an rechtsgewunden, d. h. also der üblichen Terminologie zufolge ihre Mündung liegt rechts, wenn man sich die Schale mit der Spitze nach oben, der Basis nach unten und mit nach vorne gewandter Mündung vorhält. Welches Prinzip man bei der Schalen-Terminologie zu Grunde legen will, ist eigentlich ganz gleichgültig. Wenn ich, anderweitigen Bestrebungen [1]) gegenüber, an dem in der Systematik üblichen Gebrauche festhalte, so veranlasst mich ausser praktischen Gesichtspunkten dazu noch eine andere Erwägung, die merkwürdiger Weise so wenig bekannte oder beachtete Thatsache nämlich, welche bei allen Pulmonaten sich bestätigt, dass bei den rechtsgewundenen Schnecken rechts die Oeffnungen des Geschlechtsapparates, sowie After, Ureter und Athemloch ausmünden, während bei linksgewundenen Schnecken alle diese Oeffnungen an der linken Seite gelegen sind. Die Mehrzahl der Pulmonaten ist rechtsgewunden, nur Physa, Planorbis und Clausilia sind (von wenigen anderen einzelnen Species abgesehen) unter den Schnecken unserer Fauna linksgewunden und daher erklären sich denn wohl auch die zahlreichen unrichtigen Angaben, vor allem das Uebersehen des soeben angeführten Verhaltens. Dasselbe ist so auffällig und constant, dass ich in ihm auch die Ursache für die Windungsverhältnisse der Schneckenschale suchen möchte. Die ungleiche Vertheilung der Eingeweide bei den Pulmonaten, und die dadurch bedingte Asymmetrie des Körpers ist das bestimmende Moment für die Windungsverhältnisse ihrer Schale. Man würde mir entgegnen können, dass, wie meine eigenen Untersuchungen lehrten, die Windungsrichtung der Schale schon zu einer Zeit ent-

1) Keferstein's Versuch, die Listing'schen Termini: dexiotrop und laeotrop einzuführen, welche den von uns benutzten gerade entgegengesetzt sind, hat die hergebrachte Terminologie nicht zu verdrängen vermocht. (Vergl. Bronn, Klassen u. Ordnungen d. T. III, 2 S. 901 ff.)

schieden sei, wo der ganze Geschlechtsapparat noch einen feinen fadenartigen Strang darstelle, wo er also noch nicht wie späterhin einen Einfluss auf die Gestaltungsverhältnisse des Körpers ausüben könne. Allein man muss sich dagegen auch vergegenwärtigen, dass nicht nur der Geschlechtsapparat, sondern auch Mastdarm, Lunge und Niere jenes Verhalten aufweisen. Sehr instructiv zur Demonstration dieser Verhältnisse ist das Genus Ancylus, in welchem von den 2 bei uns vorkommenden Arten die eine — A. fluviatilis Müll. — das Athemloch und die anderen bezeichneten Oeffnungen auf der linken, die andere A. lacustris Linn. — sie auf der rechten Seite besitzt, und wo die kleine napfförmige Schale dann auch bei jener links-, bei letzterer rechtsgewunden ist. Auffälliger noch und sicher ein sprechendes Argument für meine Ansicht ist die Beobachtung, dass bei den abnomer Weise linksgewundenen Exemplaren von Helix pomatia auch alle jene Oeffnungen auf der linken Seite liegen, wie durch häufig wiederholte Untersuchungen sicher constatirt wurde [1]). Existirt aber demnach ein unverkennbarer Causalnexus zwischen der durch das Verhalten der Eingeweide bedingten Asymmetrie des Körpers und der Windungsweise der Schale, so ist es doch sicherlich rationeller, ersteres Moment für das primäre und maassgebende zu halten. Es könnte scheinen, als sei diese Annahme unbestritten, da ja Jedermann in der Schale ein Product des Mantels sieht, das natürlich auch in seiner Form von der Gestaltung jenes abhängig sein müsse. Allein die Frage lautet auch nicht, ob die Gestalt der Schale von der des Mantels abhänge, sondern, warum die Windungen des Mantels und damit auch der Schale das eine Mal eine linksläufige das andermal eine rechtsläufige Spirale bilden. Als die Ursache davon nun sehe ich jenes beschriebene Verhalten der Eingeweide an, das mir bisher zu wenig gewürdigt, resp. vielfach auch übersehen worden zu sein scheint.

Mehrfach hat man auch versucht, die Ursache der Windung von Mantel und Schale in äusseren auf beide gemeinsam einwirkenden Momenten zu suchen. Als ein solches sah man mit J. G. Carus die Richtung der Rotation des Dotters oder Embryos an. So bestechend auf den ersten Blick diese Ansicht scheinen könnte, so einfach ist sie zu widerlegen durch die Frage, warum denn nicht immer diese gleiche Ursache dieselbe Wirkung habe. Ob-

1) J. H. Martin, Neues systematisches Conchylien-Cabinet. Fortgesetzt durch J. H. Chemnitz. Bd. IX. S. 11.

wohl sie ebenso rotiren, haben doch Limax sowohl wie die Lamellibranchien nicht jene Spiralwindung erlangt. Auch ist die Rotationsrichtung durchaus keine constante. Lereboullet[1]) hat gezeigt, dass sie bei Limnaeus zwar in der Regel von rechts nach links, häufig jedoch auch in umgekehrter Richtung vor sich gehe. Er bemerkt z. B. S. 128: „Le plus souvent, c'est vers la gauche que la rotation se fait. Quelquefois cependant, assez souvent même, c'est vers la droite que le déplacement s'opère.“ Diese Beobachtungen sprechen nicht gerade für die von Lereboullet (S. 176) weiterhin vertretene Ansicht, dass die Rotationsrichtung diejenige der Schale bestimme. Er bemerkt hierüber z. B. S. 190: „La spire de la coquille s'enroule peu à peu suivant la direction du mouvement qu'exerce l'animal, c'est-à-dire de droite à gauche.“

Nach den hier mitgetheilten Daten über das Rotiren der Limnaeusembryonen und nach dem Hinweise auf das Rotiren der zweischaligen Lamellibranchienembryonen dürfen wir wohl den Versuch, die Windungsverhältnisse der Schale mit der Rotationsrichtung des Embryo in Beziehung zu setzen als gescheitert ansehen, und nur um so mehr unsere oben gegebene Erklärung für zutreffend halten.

3) Der Fuss.

Der Fuss entsteht, wie schon oben hervorgehoben wurde, als ein unpaares, bauchständiges zapfen- oder zungenförmiges Gebilde durch die mediane Verschmelzung zweier lamellöser Ectodermwucherungen — Fig. 8 *f* —, er ist mithin nicht als eine einfache Verdickung der Bauchseite des Körpers anzusehen, sondern als eine Neubildung. Nur die Basis derselben wird indessen zum Fusse, wogegen aus der äusseren Partie die contractile Schwanzblase hervorgeht. Hinsichtlich der letzteren sei noch bemerkt, dass deren Name eigentlich hier nicht zutreffend erscheint, indem das betreffende Organ keine Blase, sondern eine einfache Hautfalte darstellt, einen grossen aus zwei Platten zusammengesetzten Lappen[2]). Gegenbaur betrachtet die Schwanzblase als die embryonale Kieme, wie ich nach meinen Erfahrungen annehmen muss, mit

1) Lereboullet, Embryologie du Limnée des étangs. Annales des sc. nat. IV. Sér. Tome XVIII. 1862. p. 147; auch p. 138: der embryo rotire: „le plus souvent vers la gauche; dans beaucoup d'oeufs cependant, vers la droite.“

2) Durch das Auseinanderweichen derselben würden wir die wirkliche Blase von Limax erhalten.

vollem Recht. Allerdings beweist das GEGENBAUR'sche Experiment[1]) durch Ueberziehen der Eier mit Lack die Embryonen zu tödten, zunächst nur, dass überhaupt ein respiratorischer Gaswechsel stattfindet, nicht aber, dass die Schwanzblase das Athmungsorgan ist. Letzteres wird indessen erwiesen durch die von mir gemachte Beobachtung, dass der Embryo mit seiner grossen flächenhaft ausgebreiteten Schwanzblase lebhaft an der Innenseite der Eischale umherkriecht. Da ich ausserdem fand, dass schon in sehr früher Zeit, wo das Gefässsystem kaum angelegt ist, ein sehr mächtiger Gefässstamm in die Schwanzblase eintritt und hier sich verzweigt, so wird man in der That letztere als eine embryonale Kieme ansehen dürfen. Dazu ist es wohl auch für den Stoffwechsel nicht ganz bedeutungslos, dass durch den nachgewiesenen Ortswechsel des Embryo dieser mit einem grösseren Theile seiner Umgebung in Beziehung tritt, wie ja auch der Nutzen der Rotationen des Embryo, als deren Fortsetzung dieses Umherkriechen erscheint, kaum ein anderer sein dürfte. —

Ueber die Auffassung des Fusses bei den verschiedenen Abtheilungen der Mollusken bestehen uoch immer sehr widersprechende Ansichten. An die Stelle der HUXLEY'schen bekannten Deutung hat neuerdings GRENACHER[2]), in dem ebenso geistvollen wie gründlichen Abschnitte: „zur Kritik der morphologischen Theorieen des Cephalophoren- und Cephalopodenfusses" seiner Cephalopodenentwickelungsgeschichte eine andere minder künstliche Auffassung gesetzt, welche zugleich unseren jetzigen Anschauungen über die Verwandtschaftsverhältnisse Rechnung trägt. Wir können hier nicht auf die Einzelheiten der angezogenen Abhandlung eingehen, müssen aber hevorheben, dass GRENACHER's Ansicht durch die vorliegenden Untersuchungen volle Bestätigung findet. Der Fuss der Pulmonaten ist in der That ein „Protopodium"[3]). Ueber die Genese des letzteren bemerkt GRENACHER (S. 466): „Das Protopodium tritt ganz allgemein als ein unpaares, auf der sog. Bauchseite hinter der Mundöffnung gelegenes medianes Gebilde auf, das bald höckerartig, bald zapfenförmig, bald zungen- oder zipfelartig erscheint und, wenn eine gedeckelte Larvenschale

1) C. GEGENBAUR, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landgastropoden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 1851. III. S. 408.

2) H. GRENACHER, Zur Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. Zugleich ein Beitrag zur Morphologie der höheren Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. XXIV. 1874. S. 419—499.

3) GRENACHER a. a. O. S. 465.

zur Ausbildung kommt, auf seiner aboralen Fläche den Deckel trägt." Dass diese Angabe wörtlich auf die Genese des Helix-Fusses stimmt, bedarf keiner Erwähnung. Besondere Modifikationen sind hier nur geboten durch das Uebergreifen der basalen Theile des Fusses auf den Körper in Form zweier Lamellen und durch die Umbildung der Spitze desselben in die Schwanzblase.

4) Das Nervensystem.

In keinem Gebiete der Biologie haben sich unter dem Einflusse der Descendenzlehre grössere innere Umwandlungen vollzogen, als in dem der vergleichenden Anatomie. In der That ist diese unter den Händen Gegenbaur's eine ganz andere Wissenschaft geworden. Ziel und Weg haben sich geändert, seit das biogenetische Grundgesetz das Fundament der vergleichenden Anatomie geworden. So fruchtbar aber auch der Einfluss des Darwinismus auf die vergleichende Anatomie gewesen, so ist doch die Zeit seiner Einwirkung, zumal bei der geringen Zahl der Mitarbeiter eine zu kurze, als dass schon alle Zweige des Thierreiches in gleicher Weise davon Nutzen gezogen haben könnten. Während die vergleichende Anatomie der Wirbelthiere so gewaltige Aenderungen erfahren hat, stehen die Mollusken und speziell die Gastropoden noch auffallend zurück. Mit richtigem Takte hat Gegenbaur [1]) nicht angestanden „die Vergleichung der einzelnen Abschnitte des centralen Nervensystems der Cephalophoren als eine ihrer empirischen Unterlage harrende anzusehen". Und wenn auch Keferstein [2]) bemerkt: „zu einer speziellen Beschreibung des Nervensystems der Prosobranchien fehlen leider fast alle genaueren Vorarbeiten" so darf dieser Ausspruch ruhig auch auf die Pulmonaten ausgedehnt werden. Nur so erklärt sich die unbestrittene Herrschaft, deren noch immer die alte Darstellung von der Anordnung der Ganglien bei den Mollusken sich erfreut. Die drei Paare der Hirn-, Fuss- und Mantel-Ganglien sollen in ihrer Lagerung und Verbindung charakteristisch sein für den Typus der Mollusken. Nun ist ja ohnehin der Typenlehre durch den Darwinismus der Boden entzogen, und wenn man auch zunächst noch nicht geneigt scheint, sie fallen zu lassen, so sind doch nur Gründe

---

1) C. Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. Leipzig 1870. S. 506.

2) Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen der Weichthiere. Fortgesetzt von W. Keferstein. III, 2. S. 966.

praktischer Natur daran Schuld. Für die Systematik mögen solche Motive auch von Bedeutung sein, sie können es aber nicht für die vergleichende Anatomie, welche den scheinbar in sich abgeschlossenen Typus als durch Uebergänge mit einfacher organisirten Formen verbunden und aus ihnen genetisch ableitbar erweist. Durch diese Betrachtungen wird es schon a priori klar, dass jene für typisch gehaltene Anordnung der Ganglien wie wir sie fast ausschliesslich bei den Lamellibranchien deutlich nachweisbar finden, nur für einen Theil der Mollusken richtig sein kann, und erst dann verständlich sein wird, wenn mit Hülfe anatomischer und ontogenetischer Studien die Brücke zu den von den Würmern uns bekannten Verhältnissen geschlagen sein wird. Erst durch die höchst bemerkenswerthen neueren Untersuchungen von Lacaze-Duthiers, an welche sodann die hier von mir mitgetheilten sich anschliessen, ist die Aussicht auf einen Fortschritt unserer Erkenntniss nach dieser Richtung hin für die Pulmonaten gegeben. Ich werde am Schlusse dieses Abschnittes hierauf zurückkommen, zuvor aber die Thatsachen mittheilen, auf welchen meine Folgerungen basiren.

Dass das Nervensystem von Helix dem morphologischen Verständnisse besondere Schwierigkeiten entgegenstelle, war schon öfters empfunden worden. Indessen konnte es scheinen, als sei das abweichende Verhalten der Ganglien bei Helix leicht verständlich durch die Annahme einer Verschmelzung der Fuss- und Mantelganglien. Nur die Ontogenie konnte hierüber Auskunft geben. Dass letztere so ganz anders ausfallen sollte, als man obiger Annahme zufolge hätte erwarten können, war mir indessen höchst überraschend.

Die Darstellung der Ontogenese des Nervensystems unserer Helix würde eine weit einfachere Aufgabe sein, wenn die Kenntniss vom Baue des Nervensystems bei dem ausgewachsenen Thiere als bekannt vorausgesetzt werden könnte. Diess ist jedoch nur bis zu einem gewissen Grade der Fall. Wenn auch seit Swammerdam's vorzüglicher Beschreibung im Einzelnen mancher Fortschritt zu verzeichnen ist, so kann für unsere Zwecke doch keine der zahlreichen späteren Beschreibungen und Zeichnungen für genügend angesehen werden. Ich halte es daher für nothwendig, erst eine Beschreibung des Nervensystemes der erwachsenen Helix pomatia zu geben, wobei auch die entsprechenden älteren Angaben berücksichtigt werden sollen, oder doch wenigstens die wichtigeren auf eigene Untersuchungen gestützten, vor allen also diejenigen von Swammerdam und Cuvier.

Das Centralnervensystem der ausgewachsenen Helix pomatia besteht aus drei Ganglienmassen oder Ganglienpaaren, die in näher zu bezeichnender Weise durch Commissuren unter einander verbunden sind. Von ihnen liegt ein Paar, nämlich die Hirnganglien über dem Schlunde (Mundmasse), während die sympathischen Ganglien und die dritte durch Verschmelzung zahlreicher Ganglienpaare entstandene Ganglienmasse unter dem Schlunde gelegen ist. Letztere als unteres Schlundganglion zu bezeichnen ist nicht gestattet, da ausser diesem noch andere Ganglien an der Bildung desselben betheiligt sind; man bezeichnet es daher wohl passend als Ganglion visceropedale.

Die sympathischen Ganglien sind zwei kleine, der oberen Wandung der Mundmasse aufliegende Knötchen, welche jederseits an der Stelle liegen, wo der Ausführungsgang der Speicheldrüsen in die Wandung des von der Mundmasse abtretenden Oesophagus sich einsenkt. Von ihnen gehen Nerven sowohl in die Mundmasse wie an die Speicheldrüsen und auf die Wand des Oesophagus, welche letztere den Darmtractus und die Leber innerviren. Die sympathischen Ganglien stehen durch eine kurze unter dem Oesophagus gelegene Commissur in Verbindung, wogegen zwei längere, den Oesophagus umfassende Commissuren sie mit den oberen Schlundganglien verbinden.

Die oberen Schlundganglien oder Hirnganglien liegen gleichfalls der oberen Fläche der Mundmasse auf. Sie sind unter einander durch eine unpaare, kurze dicke Commissur, und mit dem Viscero-Pedalganglion durch eine kurze, jederseits an der Mundmasse hinabsteigende Doppelkommissur verbunden. Von ihnen entspringen mehrere sensitive und alle Sinnesnerven. Ausser dem unpaaren Penisnerven und mehreren unbedeutenden, an Zahl und Dimensionen variabelen Hautnerven, welche sich am Kopfe verbreiten, entspringen aus den Hirnganganglien jederseits vier starke Nerven, die von den Autoren richtig beschrieben wurden und zu denen als fünftes Paar noch die zarten Gehörnerven hinzukommen. Am vorderen, medialen Rande des Ganglion nimmt zunächst

1) der Nervus labialis exterior seinen Ursprung. Er kreuzt sich mit dem folgenden und ist stets leicht dadurch kenntlich, dass er ziemlich bald sich in zwei Aeste gabelförmig theilt, deren einer sich nach den Lippen, der andere zu den seitlichen Theilen des Kopfes begiebt. Er ist bei Swammerdam als *m*, bei Cuvier als 2 bezeichnet.

2) Nervus labialis interior schlägt sich nach innen zur Mundmasse und tritt in diese nahe beim Kiefer ein um sich in den Lippen und dem SEMPER'schen Organe zu verzweigen. Er ist bei SWAMMERDAM als *n*, bei CUVIER als 1 bezeichnet.

3) Nervus facialis ein ziemlich starker Nerv, welcher sich in 2 Stämme theilt, von denen einer (*l* bei SWAMMERDAM) in den kleinen Tentakel tritt, der andere in der Haut in der Umgebung beider Tentakeln sich verzweigt. Er führt bei SWAMMERDAM die Bezeichnung *R*, bei CUVIER 5.

4) Nervus opticus, der stärkste von den aus dem Gehirn entspringenden Nerven, ausserdem auffällig durch seine braunröthliche Färbung, welche von dem in den Bindegewebszellen des Neurilemm enthaltenen Pigmente herrührt. Sein Verhalten im grossen Tentakel, ist hinlänglich bekannt. Bei SWAMMERDAM *i*, bei CUVIER 6.

5) Nervus acusticus ein sehr feiner, nahe dem N. facialis entspringender Nerv, der beim Embryo leichter sich verfolgen lässt, als bei dem erwachsenen Thiere, wo er mit den betreffenden Commissuren zu der dem Fussganglion anliegenden Otocyste (LACAZE-DUTHIERS) hinabsteigt.

6) Der unpaare, nur rechts sich findende Penis-Nerv, den SWAMMERDAM nicht kannte, CUVIER aber abbildete.

Die Commissuren, welche vom Hirnganglion ausgehen, sind die schon erwähnten zu den sympathischen Ganglien, sowie die unpaare beide Hirnganglien verbindende, und ferner jederseits zwei dicke zum Viscero-Pedalganglion hinabsteigende, welche so nahe neben einander hinziehen, dass man sie, bis BERTHOLD das richtige Verhalten zeigte, für eine einzige hielt. Die weiter unten von mir mitgetheilten Daten beweisen, dass beide Commissuren nicht nur hinsichtlich ihres Verlaufes, sondern auch bezüglich ihres Ursprungs streng auseinander zu halten sind.

Das Ganglion viscero-pedale versorgt den Fuss, den Mantel, den Geschlechtsapparat und Theile von anderen inneren Organen mit Nerven. Es ist der hergebrachten Angabe zufolge hervorgegangen aus der Verschmelzung der bei den meisten Lamellibranchiern und Gastropoden getrennten Fuss- und Mantel- oder Eingeweideganglien. Damit steht die Wahrnehmung im Einklange, dass die motorischen Nerven alle von der vorderen Abtheilung der gesammten Ganglienmasse, und zwar von ihrer unteren Fläche entspringen, die übrigen aber von der hinteren Partie derselben. Die ersteren entspringen in symmetrischer Anordnung

zu beiden Seiten der Mittellinie. Sie senken sich alle nach kürzerem oder längerem Verlaufe in die Muskelmasse der Fusssohle. Mit Ausnahme eines einzigen Astes treten diese Nerven nicht zwischen den Bündeln des an die Fusssohle sich anheftenden grossen Musc. retractor hindurch, sondern verlaufen in dem von ihm freigelassenen Raume. Ihre Zahl ist schwer festzustellen, da schon sehr weit oben dicht bei ihrem Austritte aus dem Ganglion die einzelnen Stämme sich in mehrere Zweige theilen. Es schien mir jedoch, als ob sich durch Zusammenfassen der nahe neben einander entspringenden Nerven 6 (oder 7) Hauptstämme jederseits nachweisen liessen.

Aus der hinteren dem „Visceralganglion" entsprechenden Abtheilung unserer Ganglienmasse kommen 4 grosse Nervenstämme, die zwar schon wiederholt beschrieben und abgebildet worden sind, aber nichts destoweniger bis jetzt weder ihrem Verlaufe, noch ihrer Verbreitung noch genügend bekannt sind. Drei derselben verbreiten sich in dem Mantelwulst und der Körperwand oberhalb desselben, der andere folgt in seinem Verlaufe der Aorta und versorgt den Geschlechtsapparat, die Niere und das Herz mit Zweigen. Von rechts beginnend stossen wir zunächst auf den

1) Nervus pallialis dexter. Er läuft, was ich besonders hervorheben möchte, über den Uterus hin gegen das Athemloch, in dessen Nähe er sich in zwei Aeste theilt, welche rings um den Eingang in die Lunge und im Mantel sich verzweigen.

2) Nervus pallialis medius entspringt nahe dem vorigen, und begiebt sich gleichfalls zur rechten Hälfte des Mantels. Er läuft unter dem Uterus hin. Nahe bei ihm entspringt

3) der Nervus genitalis. Er begleitet die Aorta bis er ziemlich hoch oben, d. h. nicht weit von der Eiweissdrüse an den Uterus tritt. Hier spaltet er sich in zwei Aeste, von denen der eine den Geschlechtsapparat versorgt, der andere sich auf die Niere schlägt und sich hier in zahlreiche Zweige theilt, von welchen einzelne an das Herz resp. das Pericardium treten.

4) Nervus cutaneus, ein feiner, bisher übersehener Nerv. Er läuft gerade nach hinten wie der Vorige und tritt durch den oberen hinteren Theil des Fusses, um die Körperwand und die Haut zu innerviren. Er indessen sehr schwer zu verfolgen.

5) Der Nervus pallialis sinister, welcher die linke Hälfte des Mantels innervirt, zerfällt, im Gegensatze zu den so eben besprochenen schon sehr bald in 2 Aeste von gleicher Stärke, welche auch in dem gemeinsamen Stamme nur lose vereint zu sein

scheinen. Bei dem Embryo lässt sich deutlich erkennen, wie dieser Nerv aus zwei neben einander liegenden Hälften besteht. Es wäre von Wichtigkeit jede derselben rücksichtlich ihres Ursprunges genauer zu verfolgen, da ja möglicher Weise einer derselben aus dem Mantelganglion, einer aus dem Genitalganglion entspringt, wodurch dann für die Mantelnerven der rechten wie der linken Seite eine ursprüngliche Symmetrie erwiesen wäre.

Nachdem wir in der hier gegebenen gedrängten Darstellung des Nervensystems der ausgewachsenen Helix pomatia einen zuverlässigen Ausgangspunkt für unsere weiteren Betrachtungen gewonnen haben, wollen wir nunmehr die Anlage des Nervensystems ins Auge fassen. Hinsichtlich der sympathischen und der Hirnganglien ist in dieser Hinsicht nichts Besonderes zu bemerken. Sie entstehen wie alle anderen Ganglien durch eine locale Wucherung des äusseren Keimblattes, und treten von Anbeginn an in der Form und Lagerung auf, in welcher wir sie auch späterhin finden. Nicht so dagegen steht es mit der unter dem Schlunde gelegenen von uns als Ganglion viscero-pedale bezeichneten Ganglienmasse. Während man hier schon eine ursprüngliche Zusammensetzung aus mehreren Ganglien, aus den beiden Paaren der Fuss- und Mantelganglien nämlich hätte erwarten können, ergab die Beobachtung ein complicirteres Verhalten. Es zeigte sich nämlich, dass in die Bildung des späteren Visceropedalganglion sieben einzelne Ganglien eingehen[1]). Zwei von diesen, die vorderen, sind die Fussganglien, welche jederseits durch eine starke Commissur mit dem Hirne, und durch mehr oder minder unregelmässig verlaufende Fasern mit dem sogleich zu beschreibenden Ganglion commissurale verbunden sind. Dagegen stehen die anderen fünf unter einander in Verbindung, in der Art, dass sie mit dem Hirn zusammen eine vorn und hinten geschlossene Kette bilden.

Die grössten dieser Ganglien sind die Fussganglien, welchen die Otocysten anliegen. Sie stehen mit dem Hirn durch eine jederseits an der Mundmasse hinabsteigende Commissur in Verbindung. Ich konnte an ihnen nur die Ursprünge von 4 Nervenpaaren nachweisen, während man nach meiner oben gegebenen Darstellung, deren 6 hatte erwarten sollen. Es ist jedoch leicht möglich, dass hier ein Versehen vorliegt, da bei der Präparation des kleinen Ganglion leicht Verletzungen vorkommen können. Die Fasern der vom Hirne kommenden Commissur vertheilen sich

1) S. Fig. 15.

in diesem Ganglion, in welches ausserdem noch Fasern aus dem sogleich zu erwähnenden Commissuralganglion eintreten.

Das Ganglion commissurale steht durch eine andere neben jener hinlaufende Commissur mit dem Hirn in Verbindung. Aus ihm entspringen keine Nerven. Mehr oder weniger unregelmässig verlaufende Fasern verbinden dieses Ganglion mit dem Fussganglion und dem folgenden, dem Ganglion palliale oder Mantelganglion. Aus dem linken entspringt der Nerv. pallialis sinister, aus dem rechten der Nerv. pallialis dexter. Beide sind durch Faserzüge resp. Commissuren mit den Commissuralganglien und mit dem Genitalganglion verbunden.

Das unpaare Ganglion genitale liegt in der Mittellinie, ist durch Commissuren mit den Mantelganglien verbunden und entsendet 2 grosse Nerven, den Nerv. genitalis, den Nerv. pallialis medius und einen kleineren, unseren Nerv. cutaneus.

Bei Helix pomatia erreicht die Verschmelzung dieser 7 Ganglien zu der einen Masse des Ganglion viscero-pedale einen ganz besonders hohen Grad, denn selbst bei Helix nemoralis sind wenigstens die beiden von den Autoren als Fuss- und Mantelganglien geschiedenen Partieen des Visceropedalganglions leichter aus einander zu halten. Und doch stehen diese beiden, zu der Familie der Pentataenien gehörigen Arten einander anatomisch so nahe, während von fast allen anderen Familien noch gar keine Repräsentanten auf diese Verhältnisse untersucht worden sind, ganz im Sinne der bisherigen Behandlung der vergleichenden Anatomie der Pulmonaten, bei welcher immer wieder nur Helix pomatia, Limnaeus stagnalis, Planorbis corneus und einige wenige andere species in Betracht gezogen wurden, die zufälliger Weise sich bei uns besonders zur Untersuchung eignen. Wir müssen daher hier auf jeden Vergleich mit anderen Heliciden verzichten. Dagegen gestattet uns die vorzügliche Arbeit von Lacaze-Duthiers über das Nervensystem der Süsswasser-Pulmonaten [1]) eine Anknüpfung an das bei jenen bestehende Verhalten. Die Uebereinstimmung zwischen dem Nervensysteme der Limnaeen, Planorben u. s. w. und dem der Helixembryonen ist eine überraschende, vorausgesetzt natürlich, dass die kleinen Unterschiede in der Länge der Commissuren u. s. w. nicht in Betracht gezogen werden.

---

1) H. de Lacaze-Duthiers, Du système nerveux des mollusques gastéropodes pulmonés aquatiques. Archives de Zoologie exp. et gén. p. par H. de Lacaze-Duthiers. Tome I, 1872 p. 437—500.

Lacaze-Duthiers giebt von dem Nervensysteme der Wasser-Pulmonaten folgende Darstellung, wobei von dem sympathischen Ganglion, seinem Centre stomato-gastrique, abgesehen wird. Es existirt ein centre postoesophagien ou cérébroïde, unser Hirn- oder oberes Schlundganglion, ein centre antérieur ou pédieux, unser Fussganglion, und ein centre asymétrique unsere Bauchganglienkette, resp. die dem Mantel- oder Eingeweideganglion entsprechenden Ganglien. Die beiden letzteren sind unter einander durch eine Commissur verbunden, und da ebenso vom Hirne zu ihnen Commissuren gehen, so entsteht der charakteristische „triangle latéral“ [1]). Das centre asymétrique besteht aus 5 Ganglien, einem unpaaren und einem ersten und einem zweiten auf jeder Seite. In seinen Figuren ist g = dem sympathischen Centrum, v = dem oberen Schlundganglion, x = Fussganglion, Zd' und Zg' = unseren Gangl. commissuralia, Zd'' und Zg'' = unseren Gangl. pallialia und Z = unseren Gangl. genitale. Es finden sich also im Nervensystem der Wasserpulmonaten alle jene Ganglien, die wir oben im Nervensystem der Embryonen von Helix nachwiesen, und der wesentlichste Unterschied besteht nur in der Kürze der Commissuren bei letzteren, während dieselben bei jenen Zeitlebens ziemlich lang bleiben. Es spricht sich hier also in der Anlage des Nervensystems eine weit grössere und auffälligere Verwandtschaft zwischen Limnaeiden und Heliciden aus, als wir von vornherein zu erwarten geneigt gewesen wären.

Die hier besprochenen Untersuchungen von Lacaze-Duthiers und von mir über das Nervensystem der Pulmonaten sind die ersten, welche den Anforderungen zu entsprechen suchen, die heutigen Tages die vergleichende Anatomie stellen muss. Ist das damit gebotene Material auch noch ein recht wenig umfangreiches, so gestattet es doch schon eine Reihe von wichtigen Schlussfolgerungen, und jedenfalls stützen sich dieselben auf ein zuverlässigeres Material als das ist, auf welches die jetzt geltenden Lehren gebaut sind. Ich sehe mich dabei genöthigt, die herrschende, resp. von Gegenbaur vertretene Deutung der einzelnen Abschnitte des Nervensystems anzugreifen, um eine andere an ihre Stelle zu setzen. Ich betone aber dabei, dass ich im Allgemeinen ein so entschiedener Anhänger der Gegenbaur'schen Auffassung bin, auch hinsichtlich der phylogenetischen Anschauungen, zu welcher er durch die vergleichende Anatomie der Mollusken gelangt ist, dass

1) In unserer Fig. 16 gebildet durch *g. ce*, *g. co* und *g. pd*.

ich die Ursache dieser speziellen Differenz nur in der Beschaffenheit des neuen, mir zur Beurtheilung vorliegenden Materials suchen kann. Ich glaube sogar, dass gerade diese meine Argumente eine Stütze für Gegenbaur's Meinung beibringen, von einer Seite, von welcher er selbst sie nicht erwartet zu haben scheint. Gegenbaur scheidet die verschiedenen Abschnitte des Nervensystems der Cephalophoren in zwei Gruppen, indem er die den Schlundring bildenden nervösen Centralorgane scharf von den das Eingeweidenervensystem bildenden Ganglien sondert. Um speziell bei unserem Beispiele stehen zu bleiben, so wären hiernach einerseits die Buccal- oder sympathischen Ganglien zum Eingeweidenervensysteme zu rechnen, andererseits das Mantel- oder Eingeweideganglion, von dem oben nachgewiesen wurde, dass in seine Bildung 5 einzelne Ganglien eingegangen seien. Die peripherischen Nerven nehmen nun von dem aus den Hirn- und Fussganglien gebildeten Schlundringe ihren Ursprung. Der Centralapparat des Nervensystems bietet Anknüpfungspunkte mit den Würmern, indem er sich wie bei jenen in eine obere, dem Anfangstheile des Darmes aufliegende Ganglienmasse, die oberen Schlundganglien, und in eine ventral gelagerte durch Commissuren mit der ersteren verbundenen Masse, die unteren Schlundganglien oder Fussganglien scheidet. Ein wesentlicher Unterschied vom Nervensystem der gegliederten Würmer beruht darin, dass die unteren Schlundganglien niemals in eine Ganglienkette aufgelöst sind, also keine Andeutung einer Metamerie erkennen lassen. Die Bildung der unteren Schlundganglienmasse ist nicht etwa als eine Verlegung sonst in oberen Ganglien enthaltener Apparate nach der ventralen Seite, aber auch nicht als eine nur durch die Ausbildung der ventralen Körpertheile vorzüglich des Fusses erworbene Neubildung zu erklären, es sind vielmehr die unteren Schlundganglien oder Fussganglien für homolog mit der Bauchganglienkette der Würmer zu halten. —

Gegenbaur's Ansichten sind hier etwas ausführlich, zum Theil mit seinen eigenen Worten mitgetheilt [1]). Die Bedenken, welche gegen sie aus den oben mitgetheilten Untersuchungen sich ergeben, beziehen sich nicht auf alle Theile gleichmässig, sondern nur auf die Deutung der Fuss- und Mantel- oder Eingeweideganglien. Es soll im Folgenden der Versuch gemacht werden, eine andere Auf-

---

1) S. C. Gegenbaur, Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1874. S. 355. —

fassung durchzuführen, nach welcher das Mantel- oder Eingeweideganglion, resp. die ihm entsprechende Ganglienkette nicht zum sympathischen Nervensystem zu stellen, sondern als Homologon der Bauchganglienkette der gegliederten Würmer anzusehen ist, wogegen die Fussganglien (GEGENBAUR's untere Schlundganglien) an keinen besonderen Theil des Nervensystems der Würmer anknüpfen, vielmehr eine erworbene Neubildung repräsentiren, bedingt durch die bedeutende Entwickelung des Fusses, des einzigen Gebildes das von ihnen mit Nerven versorgt wird.

Am wenigsten Widerstand dürfte wohl Angesichts des jetzt vorliegenden Materials die Behauptung finden, dass das Eingeweideganglion oder die ihm entsprechende Bauchganglienkette nicht zum sympathischen oder Eingeweidenervensysteme gehöre. Um jedoch hierüber eine Verständigung erzielen zu können, bedarf es zuvörderst einiger Worte über den Begriff des Eingeweidenervensystems überhaupt. Offenbar ist nämlich dieser doch mehr ein morphologischer wie ein physiologischer. Wir nennen nicht jeden Nerven, der zu einem Eingeweide tritt einen Eingeweidenerven, denn wenn wir dies durchführen wollten, würden wir gar häufig in die allergröbsten Widersprüche verwickelt werden. Zahlreiche Spinalnerven der Wirbelthiere würden wir als sympathische bezeichnen müssen, des Vagus gar nicht einmal zu gedenken. Aus dem Plexus sacralis z. B. kommt der Nervus haemorrhoidalis inferior (oder ext.) der u. a. zu dem Endabschnitte des Mastdarms, zu dem M. sphincter ani Zweige giebt. Auch der M. levator ani bekommt aus dem Plexus sacralis seine Nerven, aber ausser ihm werden auch die höher gelegenen Theile des Mastdarms an denen keine Spur von quergestreifter Muskulatur mehr nachweisbar ist, von denselben Nerven, den N. haemorrhoidales medii versorgt. Solleu wir nun die letzteren Nerven als Eingeweidenerven bezeichnen, obwohl sie morphologisch unzweifelhaft Spinalnerven sind? So erhält auch die Harnblase ausser sympathischen Nerven noch Zweige von Rückenmarksnerven und ebenso steht es mit den Samenblasen und dem vas deferens. Wir brauchen ferner nur an die Endausbreitung des Nerv. phrenicus zu erinnern, sowie an den Nerv. spermaticus externus um Beispiele genug angeführt zu haben von Spinalnerven die theils ganz, theils mit einzelnen Zweigen an Eingeweide herantreten. Es ist nur im Grossen und Ganzen richtig, dass die Eingeweide vom sympathischen Nerven-

systeme mit Zweigen versehen werden. Wir haben daher nur die Alternative, entweder diejenigen Spinalnerven, welche oder so weit sie an Eingeweide herantreten als sympathische zu bezeichnen und den Begriff des Eingeweidenervensystems damit als einen rein physiologischen zu statuiren, oder anzuerkennen, dass die Entscheidung über die Frage, ob ein Nerv ein sympathischer oder ein spinaler sei, nur der Morphologie anheimfalle und nicht der Physiologie. Bleiben wir gerade bei unserem Falle, dem Nervensystem der Vertebraten stehen, so kann in der That auch die Morphologie die Frage viel leichter entscheiden als die Physiologie. Wir haben es gegenüber dem Cerebrospinalnervensysteme in dem Eingeweidenervensysteme zu thun mit Nerven, welche, meist an den Gefässverlauf gebunden, an Eingeweide treten und ihren Ursprung nehmen aus einem Centralorgane, aus einem Gangliensysteme, das, wenn auch mit Spinalnerven in unmittelbarstem Zusammenhange stehend, doch einen hohen Grad von Selbständigkeit besitzt. Diese Betrachtungen drängen dazu, den Begriff des Eingeweidenervensystems auch noch von einer anderen Seite zu betrachten. Wäre es nicht möglich ihn auch als einen genetischen aufzufassen, indem man sagt, alle Organe, welche vom Entoderm abstammen, resp. von ihm ihre Epithelauskleidung erhalten, werden vom sympathischen Nervensysteme innervirt, diejenigen aber welche aus dem Ecto- und Mesoderm abzuleiten sind, erhalten ihre Nerven aus dem Centralapparat des Nervensystems? Für die Wirbelthiere, wo die Verhältnisse so viel complicirter erscheinen, dürfte sich diese Definition wohl nicht mehr durchführen lassen, dagegen ist sie für die Mollusken nicht so ohne weiteres von der Hand zu weisen, wiewohl ich anerkenne, dass jetzt noch nicht das zur Entscheidung nöthige Material vorliegt. Bei Helix entsteht aus dem Entoderm nur der Darm mit seinen Drüsen. Hier werden nun auch alle diese Theile vom sympathischen Ganglion innervirt, während alle von Ecto- und Mesoderm stammenden Theile vom Hirnganglion und der Bauchkette, sowie dem Fussganglion ihre Nerven bekommen.

Mag es nun berechtigt sein oder nicht, den Begriff des Eingeweidenervensystemes so, wie es hier geschehen, als einen genetischen zu fassen, und dabei das Entoderm als eine vollkommen gleichwerthige Gruppe den beiden übrigen Keimblättern entgegenzustellen: richtig ist und bleibt jedenfalls unsere Forderung, den Darmtractus mit seinen Annexen als eine selbständige Gruppe der Eingeweide anzusehen, welche auch gesondert, d. h. von den übri-

gen Eingeweiden getrennt bei Fragen der Innervirung discutirt werden muss. Der Begriff „Eingeweide" ist ja überhaupt ein so roher, so wenig morphologisch begründeter, und kann hinsichtlich der ihm einzureihenden Systeme bei den einzelnen Thierklassen so ganz verschieden aufgefasst werden, dass man ihn bei wissenschaftlichen Erörterungen lieber nicht verwenden, und ihm nur aus Zweckmässigkeitsrücksichten in der beschreibenden Zootomie noch einen Platz belassen sollte.

Kehren wir nunmehr zurück zu der oben aufgeworfenen Frage, welcher Theil des Nervensystemes denn als Eingeweidenervensystem aufgefasst werden müsse. Halten wir unser Ergebniss fest, dass die Begriffe des cerebrospinalen und des sympathischen Nervensystems nicht physiologische, sondern morphologische sind, und wenden wir uns nunmehr wieder zum Nervensysteme der Pulmonaten, so kann es keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass unsere Bauchganglienkette nicht dem Eingeweidenervensysteme zugezählt werden darf. Die Bauchganglienkette, welche bei den Limnaeiden zeitlebens in dieser Form sich erhält, bei den Heliciden späterhin zu einem Ganglion zusammenwächst, welches identisch ist mit dem seit langer Zeit als Eingeweide- oder Mantelganglion bezeichneten, giebt Nerven ab an die verschiedensten Organe und Theile des Körpers. Denn wenn auch einerseits der Geschlechtsapparat, das excretorische und das Gefässsystem von hier aus innervirt werden, so treten andere Zweige zur Körperoberfläche, zum Mantel und der Athemhöhle. Da man die letzteren absolut nicht zum sympathischen Nervensystem zählen kann, so bliebe nur noch die eine Möglichkeit gerade dasjenige Ganglion der Bauchganglienkette, resp. die Partie das Eingeweideganglion, aus welcher der Genitalnerv entspringt, als sympathisch zu bezeichnen, wobei man z. B. bei Limnaeus doch wieder einen Mantelnerven aus dem Eingeweideganglion würde entspringen lassen müssen. Solchen Thatsachen gegenüber kann man wohl nicht mehr festhalten an der Annahme, dass das Eingeweide- oder Mantelganglion zum sympathischen Nervensystem zu rechnen sei. Dagegen wird man nach wie vor die Buccalganglien mit den von ihnen auf den Darmtractus tretenden Nerven als sympathische bezeichnen müssen, ebenso wie etwaige andere dem Darm in seinem weiteren Verlaufe auflagernde und ihn innervirende Ganglien. Hiermit steht denn auch das morphologische Verhalten in vollem Einklange. Das Hirn- oder obere Schlundganglion entspricht nach seiner Lage, wie nach dem Verbreitungsbezirke seiner Nerven ganz dem gleich-

namigen Ganglion der gegliederten Würmer und der Arthropoden, wogegen das Buccalganglion mit der ursprünglichen Anlage des Centralnervensystems nicht in ähnliche Beziehungen gebracht werden kann, vielmehr als eine erst später erworbene Neubildung aufzufassen ist.

Dürfen wir hoffen hiermit die bisherige Auffassung widerlegt zu haben, nach welcher das Eingeweide- oder Mantelganglion zum sympathischen Nervensysteme gestellt wurde, so fragt es sich, welche morphologische Deutung dann die richtige sei. Mit dem oberen Schlundganglion sind jederseitts durch 2 Commissuren zwei andere Ganglien verbunden. Eine der beiden Schlundcommissuren tritt an das Fussganglion, die andere an das Eingeweideganglion resp. an die ihm entprechende Bauchganglienkette, und es ist nun zu untersuchen, welches derselben der Bauchganglienkette der Würmer homolog sei. Der bisherigen, von uns nicht getheilten Annahme zufolge wäre es das Fussganglion. Während aber das Fussganglion niemals in eine Ganglienkette aufgelöst erscheint, finden wir diess als das regelmässige Verhalten bei dem Eingeweideganglion der Pulmonaten, ein beachtenswerthes Moment, das uns von vornherein geneigt machen muss, die Bauchganglienkette der Mollusken für homolog mit derjenigen der Würmer zu halten. Das Fehlen von transversalen Commissuren zwischen den einzelnen Ganglienpaaren der Bauchkette kann nicht gegen unsere Auffassung geltend gemacht werden, denn dasselbe Verhalten kommt auch manchen segmentirten Würmern wie z. B. Malacobdella zu. Sehr für unsere Deutung spricht dagegen die Vertheilung der Nerven. Aus dem Fussganglion entspringen nur die Nerven für den Fuss, eine, den Würmern fehlende, erworbene Neubildung der Mollusken, und auch dieser Umstand wird es uns nicht wahrscheinlich machen, dass der Bauchganglienkette der Würmer ein Ganglion homolog sein solle, dessen Nerven sich zu einem bei den Würmern fehlenden Gebilde begeben. Sehen wir daher von dem Fusse und seinem Ganglion ab, so versorgt die Bauchganglienkette der Pulmonaten in der That wie diejenige der Würmer alle Theile des Körpers, welche nicht vom Hirne oder dem sympathischen Nervensysteme innervirt werden. Wir halten uns daher für berechtigt, gegenüber der bisherigen Annahme nicht das Fussganglion, sondern das Eingeweide- oder Mantelganglion resp. die ihm entsprechende Bauchganglienkette der Pulmonaten für homo-

log mit der Bauchganglienkette der gegliederten Würmer zu erklären.

Weist uns schon die Existenz einer doppelten Schlundcommissur bei den Pulmonaten darauf hin, dass hier etwas andere Verhältnisse als bei den Würmern vorliegen, resp. dieselben complicirter erscheinen durch das Hinzutreten eines neuen, dort fehlenden Ganglions, so kann über die Deutung des Fussganglions jetzt wohl kein Zweifel mehr obwalten, nachdem wir gesehen haben, wie das obere Schlundganglion der Pulmonaten dem gleichnamigen Ganglion der gegliederten Würmer, das Eingeweide- oder Mantelganglion jener aber der Bauchganglienkette der letzteren homolog ist. Es stellt uns das Fussganglion eine den Mollusken charakteristische Neubildung dar, deren Entstehung durch die Ausbildung des Fusses verständlich wird. Hierbei wird uns denn auch die Anlage der Commissuren völlig begreiflich. Nehmen wir an, die Bildung der Fussganglien habe ihren Ausgang genommen von einem einfacheren Stadium, auf welchem die Theile der Bauchfläche, die jetzt von dem Fusse eingenommen werden, von dem oberen Schlundganglion und dem ersten Ganglion der Bauchkette innervirt waren, so wird es uns nicht wundern können, wenn auch späterhin noch die Fussganglien gerade mit diesen beiden Centren verbunden sind. Ob die Fussganglien unter einander durch eine Commissur verbunden sind, vermag ich nicht zu sagen, da ich beide Ganglien zwar von Anfang an sehr nahe zusammenliegend fand, ohne jedoch eine Verbindung zwischen ihnen deutlich nachweisen zu können.

Andererseits aber ist es wohl überhaupt nicht gerechtfertigt, zu erwarten, dass irgend ein Theil des centralen Nervensystems der Würmer unserem Fussganglion homolog sei. Denn Homologieen dürfen wir doch nur dort anzutreffen erwarten, wo schon bei den phylogenetischen Vorgängern eines Thieres die gleichen oder ähnliche Verhältnisse der Gestalt und Organisation vorlagen. Hier ist diess offenbar nicht der Fall. Andererseits liess sich wohl von vornherein erwarten, dass eine so wichtige Umänderung im Körperbau, wie sie uns in der Entstehung des Fusses bei den Mollusken vorliegt, auch im Nervensysteme ihren entsprechenden Ausdruck finden müsse. Ueberall sehen wir die Ausbildung des Nervensystemes im Einklange stehend oder richtiger gesagt abhängig von der jedesmaligen besonderen Beschaffenheit des Körpers und seiner Organsysteme. So treffen wir, um nur ein Beispiel anzuführen, bei den mit Siphonen ausgestatteten Lamellibranchien ein eigenes

Siphonalganglion, welches den Asiphonien abgeht; es hat die Neubildung des Sipho auch die Neubildung eines eigenen Ganglion zur Folge gehabt. Es kann daher auch die, an keinen Theil des Nervensystems der Würmer sich anlehnende stattliche Entwickelung des Fussganglion der Mollusken uns nicht im geringsten befremden.

Bis jetzt war immer nur vom Nervensysteme der Pulmonaten die Rede, nicht von dem der anderen Mollusken, während es doch von selbst einleuchtet, dass die Phylogenie der Pulmonaten nicht von derjenigen der anderen Cephalophoren, ja der Mollusken überhaupt getrennt werden kann. Der Grund, weshalb diess geschah, und warum ich auch hier nicht näher auf die Morphologie des Nervensystems der anderen Mollusken eingehe, liegt einfach in der Beschränkung, die mir geboten wird durch den Mangel von solchen Untersuchungen über das Nervensystem der übrigen Mollusken, wie sie jetzt für die Pulmonaten schon vorliegen. So wenig ich es bezweifele, dass z. B. das Kiemen- oder Eingeweideganglion der Lamellibranchien mit dem der Pulmonaten homolog ist und daher gleichfalls mit dem sympathischen Nervensysteme nichts zu thun hat, so verzichte ich doch aus den angedeuteten Gründen ganz auf ein näheres Eingehen auf das Nervensystem der übrigen Mollusken, in der Hoffnung, bald durch eigene Untersuchungen zuverlässigeren Boden hierfür zu gewinnen.

Es scheint mir geeignet, hier am Schlusse des Abschnittes die allgemeinen Ergebnisse übersichtlich zusammenzufassen, zu welchen wir hinsichtlich der Deutung der verschiedenen Abschnitte des centralen Nervensystems der Pulmonaten gelangten. Nach der herrschenden Auffassung soll das obere Schlundganglion der Mollusken dem gleichen Theile der gegliederten Würmer, das Fussganglion deren Bauchganglienkette homolog sein, wogegen des Mantel- oder Eingeweideganglion gemeinsam mit dem Buccalganglion zum sympathischen oder Eingeweidenervensystem gehören soll. Nach der von mir hier vertretenen Auffassung dagegen ist wohl die Deutung des oberen Schlundganglion richtig, nicht aber die der übrigen Theile des Centralapparates, indem das Eingeweide- oder Mantelganglion resp. die ihr entsprechende Ganglienkette der Bauchganglienkette der Würmer homolog ist, das Fussganglion aber eine für die Molluken charakteristische durch die Ausbildung des Fusses bedingte Neu-

bildung darstellt. Das sympathische oder Eingeweidenervensystem reducirt sich auf die Buccalganglien mit ihren zu den Mundtheilen, den Speicheldrüsen und dem Darmtractus tretenden Nerven, wogegen der Genitalapparat, das Gefäss- und das excretorische System vom Mantelganglion innervirt werden.

Zur Erläuterung des Gesagten soll die schematische Fig. 16 dienen, welche die Anordnung des Nervensystems von Helix giebt. Es ist dabei das sympathische Nervensystem roth gehalten, wogegen die Fussganglien gelb, das Hirn mit Bauchganglienkette blau colorirt sind. Dieses Schema enthält übrigens nichts, als was wir oben bei dem Nervensysteme der Helixembryonen nachzuweisen im Stande waren. Das einzige nicht genau den wirklichen Verhältnissen entsprechende ist die Länge der einzelnen Commissuren, die der Uebersichtlichkeit halber grösser genommen wurde.

5). Der Geschlechtsapparat.

Die Genese des Geschlechtsapparates der Pulmonaten ist bis jetzt sehr unvollkommen bekannt. Die bisherigen Untersuchungen beschränken sich eigentlich auf die Arbeit von Eisig[1]) über die Entwickelung der Geschlechtsorgane von Limnaeus, welche indessen noch manche Lücken bietet, die gerade für die Vergleichung mit der Entwickelung des Geschlechtsapparates von Helix sich empfindlich bemerkbar machen. Nach Eisig soll sich der Geschlechtsapparat nicht gleichmässig in seiner ganzen Länge anlegen, sondern in drei Abschnitten, welche erst später mit einander in Verbindung treten. Diese Angabe, welche an und für sich durchaus nichts Unwahrscheinliches enthält, steht in directem Gegensatze zu der von mir bei Helix beobachteten Anlage des Genitalapparates. Hier entsteht nämlich gleich in der ganzen Länge das Material, aus welchem sich die einzelnen Abschnitte des Geschlechtsapparates bilden. Bedenkt man die von Eisig selbst hervorgehobene grosse Schwierigkeit dieser Untersuchungen, so ist der Gedanke jedenfalls nicht ohne weiteres zurückzuweisen, es könne wohl die zarte Verbindungsmasse von Eisig beim Präpariren verletzt oder übersehen worden sein, in welchem Falle auch bei Limnaeus die ursprüngliche Anlage des Geschlechtsapparates eine einheitliche sein würde.

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. XIX. 1869 S. 297—321.

Der Geschlechtsapparat von Helix legt sich in seiner ganzen Länge aus den Mesodermzellen an und stellt an nahezu reifen Embryonen einen langen dünnen Faden dar, an dem sich indessen bei genauerer Untersuchung schon alle wichtigeren Theile nachweisen lassen. Die eigentliche Ausbildung der einzelnen Theile des Geschlechtsapparates ist indessen eine postembryonale. Es fehlen bei dem auskriechenden Embryo noch manche Theile desselben gänzlich, und diese sollen hier besonders eingehend berücksichtigt werden. Es sind diess vor allen jene accessorischen für zahlreiche Heliceen so charakteristischen Organe, die unter dem Namen des Flagellum, des Pfeilsacks und der büschelförmigen Drüsen bekannt sind (vgl. Fig. 17).

Das Flagellum entsteht erst ziemlich spät als eine blindsackartige Ausstülpung der Röhre des vas deferens (s. Fig. 19), resp. des Penis, wächst aber ziemlich rasch zu ansehnlicher Grösse heran. Ganz in derselben Art entsteht der Pfeilsack, ebenso auch die büschelförmigen Drüsen. Letztere stellen in ihrer ersten Anlage 2 kleine einfache hohle Ausstülpungen dar, an welchen erst später eine Theilung in mehrere Endabschnitte mit ihren neuen Aesten erscheint, wie dies aus unserer Fig. 18 wohl ersichtlich sein wird.

Das späte Auftreten dieser Gebilde der Ontogenie kennzeichnet sie als spät erworbene Neubildungen der Heliciden und gerade dieses Ergebniss, welches durch die vergleichende Anatomie unterstützt wird, veranlasst mich, hier ein wenig auf die vergleichende Anatomie jener Organe einzugehen. Liegen auch, namentlich durch A. Schmidts und für die exotischen Formen durch C. Semper's Untersuchungen zahlreiche Details über den Geschlechtsapparat der Heliceen vor, so sind dieselben doch bis jetzt mehr systematisch als vergleichend anatomisch ausgebeutet worden, und es darf daher wohl nicht zu viel als bekannt vorausgesetzt werden [1]), wie denn auch die Erfahrung zeigt, dass meistens das Bild vom Geschlechtsapparate der Helix pomatia den Beschreibungen zu Grunde liegt.

In Wahrheit findet sich innerhalb der Familie der Heliciden, ja selbst innerhalb des Gebietes des artenreichen Genus Helix eine grosse Mannigfaltigkeit, welche nicht erlaubt irgend eines dieser Gebilde als ein charakteristisches Merkmal der Heliciden

---

1) Die im Folgenden gemachten Angaben sind meinen eigenen Zusammenstellungen über die vergleich. Anatomie des Geschlechtsapparates der Pulmonaten entnommen. Auf Einzelheiten werde ich dabei nicht näher eingehen, und eben deshalb unterlasse ich auch die Beibringung literarischer Belege. —

anzusehen. Dagegen wird man das Genus Helix wohl durch das Vorhandensein des Pfeilsackes und der Glandulae mucosae kennzeichnen können. Ich kenne wenigstens bis jetzt keine andere Gattung der Pulmonaten, welcher wahre Homologa der letzterwähnten Organe zu können, und ich halte es auch für geeignet, diesen Charakter als einen entscheidenden für die Diagnose des Gen. Helix festzusetzen. Wohl giebt es dagegen Helixarten mit rudimentärem, keinen wirklichen Liebespfeil producirendem Pfeilsack wie Leucochroa und Anchistoma [1]), bei welchen sich auch an Stelle der sog. büschelförmigen Drüsen nur eine einzige schlauchförmige Drüse findet. Zahlreiche Helixarten besitzen an Stelle der büschelförmigen Drüsen, für welche wir eben deshalb die Bezeichnung der Glandulae mucosae vorziehen, zwei einfache, d. h. ungetheilte lange wurstförmige Drüsenschläuche, wie z. B. [2]) Helix pisana, arbustorum, lapicida u. a. —

Aehnliche Verschiedenheiten sind auch hinsichtlich des Pfeilsackes zu bemerken, der bei manchen einen Nebensack hat oder in doppelter Zahl vorhanden ist, wie bei Hel. ericetorum, variabilis fruticum. Bei anderen, wie bei Hel. striata, hispida rufescens u. a. sind 4 kleine Pfeilsäcke vorhanden.

Das Flagellum fehlt zahlreichen Helixarten, wie Hel. pisana, obvoluta und vielen Fruticolen, sehr kurz ist es bei Hel. candidula, caperata u. a., auffallend lang bei den Campylaeen und Pentataenien.

Haben wir schon durch diesen flüchtigen Ueberblick die grosse Mannichfaltigkeit kennen gelernt, mit der alle diese accessorischen Theile des Geschlechtsapparates [3]) selbst innerhalb des einen Genus Helix auftreten können, so wird uns auch ihr spätes Erscheinen in der Ontogenie sehr begreiflich werden. Einer beson-

1) Die Helixgruppe Leucochroa, wohin u. a. Hel. candidissima, cariosa gehören, ist als eigene Gattung von Helix getrennt worden. Ihr nahe steht Anchistoma, wohin Hel. obvoluta gehört, während Hel. personata gerade wegen des Baues ihres Geschlechtsapparates davon getrennt und zu den Campylaeen gestellt werden musste. Ein klares Urtheil über den Geschlechtsapparat der Leucochroen und Anchistomen besonders mit Rücksicht auf Pfeilsack und Gl. mucos. wird erst nach erneuter, gründlicher Untersuchung möglich sein.

2) Bei Anführung dieser Beispiele werde ich mich möglichst bemühen immer einigermaassen bekannte, der Untersuchung leicht zugängliche Arten auszusuchen.

3) Dasselbe wird natürlich von dem, den meisten Pentataenien zukommenden Divertikel am Gang des Recept. seminis gelten, das zuweilen auch bei Helix pomatia, wenn auch nur als ein kurzer Stummel, auftritt.

deren Beachtung müssen wir noch das gleichzeitige Auftreten des Pfeilsackes und der Gland. mucosae würdigen, indem damit das vergleichend anatomische Verhalten übereinstimmt. Ueberall besteht nämlich ein Parallelismus zwischen beiden hinsichtlich des Grades ihrer Ausbildung. Nirgends beobachten wir den Pfeilsack ohne die Gland. mucos. und umgekehrt, ein Verhalten, dem hinsichtlich der übrigen accessorischen Theile nichts Aehnliches zur Seite gestellt werden kann und das mir kein zufälliges zu sein scheint. Ich nehme dasselbe daher als eine wichtige Stütze für meine Ansicht in Anspruch, dass das Material für die Bildung des Liebespfeiles von den Gland. mucos.[1]) geliefert werde, nicht vom Epithel des Pfeilsackes selbst, wie Keferstein und Ehlers[2]) mit Leydig annehmen. Wir müssen hier nun noch genauer eingehen auf die schon oben erwähnte Samenblase, jenes am oberen Ende des Uterus, da wo sich die Eiweissdrüse an ihn festsetzt, befindliche Organ, den „Talon" der französischen Autoren. Wir verweisen zur Orientirung über diesen Theil des Geschlechtsapparats auf unsere Fig. 20. Es ist aus ihr ersichtlich, dass da wo das Ende des Vas deferens in den Uterus mündet sich zwei kleine gestielte Blasen, unsere Samenblasen oder vesiculae seminales an dem obersten blindendenden Theile des Uterus ansetzen. Diese ziemlich dickwandigen Blasen bestehen aus einer derben bindegewebigen äusseren Hülle, und einem nicht flimmernden inneren Epithelbelag. Sie sind zur Zeit der Eierablage stets strotzend mit Samenfäden gefüllt. Eier fand ich nicht in ihnen, ich halte es auch für sehr unwahrscheinlich, dass gelegentlich solche in die Samenblasen gelangen, da deren Gang zu eng ist. Bei recht jungen Thieren erkennt man oft schon mit blossem Auge die Samenblasen, welche dann an Grösse noch nicht sehr viel hinter der Eiweissdrüse zurückstehen, also relativ viel grössere Organe darstellen wie späterhin, wo sie der grossen Eiweissdrüse gegenüber sehr zurücktreten und auch so vollständig von ihr eingeschlossen werden, dass man Mühe hat sie herauszupräpariren. Gerade dadurch konnte es auch kommen, dass man sie so lange übersehen. Wahrscheinlich sind unsere beiden Helices zu ihrer Untersuchung wenig günstig, so

1) Sie würden danach statt als „Schleimdrüsen" wohl richtiger als „Kalkdrüsen" bezeichnet.

2) W. Keferstein und E. Ehlers, Beiträge zur Kenntniss des Geschlechtsverhältnisses von Helix pomatia. Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. X, 1860 S. 269.

dass man bei vergleichend anatomischen Studien', wenn sie auch über andere Helixgruppen ausgedehnt werden, wohl bessere Erfolge erwarten darf. Jedenfalls darf man diese Samenblasen in sehr grosser Verbreitung bei den Zwitterschnecken anzutreffen erwarten. Es würde mir leicht sein, aus meinen eigenen Untersuchungen Belege für diese Behauptung hier anzuführen. Da ich mich jedoch dabei zu weit von meinem eigentlichen Thema entfernen würde, so verspare ich mir eine eingehendere Besprechung dieser Organe auf eine andere Gelegenheit. Hier darf ich aber wohl noch hervorheben, dass die Samenblasen der Pulmonaten, wie sie ontogenetisch früher auftreten als die oben besprochenen accessorischen Organe des Geschlechtsapparates, auch phylogenetisch viel weiter zu verfolgen sein werden. Wahrscheinlich sind sie identisch mit den an ähnlicher Stelle gelegenen Samenblasen der übrigen Zwittergastropoden, wobei die Pulmonaten sich indessen wohl durch die Duplicität [1]) der Samenblasen unterscheiden.

Sollen wir nun eine Entscheidung geben über die Bedeutung der einzelnen Abschnitte des Geschlechtsapparates der Heliciden, so dürfen wir aus vergleichend anatomischen und embryologischen Gründen das Flagellum, den Pfeilsack und die Glandulae mucosae als später differenzirte Neubildungen betrachten. Einen weiteren Hinweis auf die Phylogenie der Pulmonaten liefert uns auch das Verhalten des Endabschnittes des Geschlechtsapparates, der Geschlechtscloake. Bekanntlich findet sich eine solche nicht bei allen Pulmonaten, indem z. B. bei den Limnaeen die bei den Heliciden schon eingeleitete Trennung der beiden Ausführwege so weit gegangen ist, dass der männliche und der weibliche Geschlechtsapparat weit von einander getrennt münden. Wir brauchen uns nur die Cloake der Heliciden etwas verkürzt zu denken, so haben wir das den Uebergang bildende Verhalten von Succinea, wo beide Oeffnungen getrennt aber dicht neben einander münden. Auch bei den Limnaeen ist, wie aus Eisig's Beobachtungen hervorgeht, die Anlage der Ausführgänge des Geschlechtsapparates ursprünglich eine gemeinsame. Die Trennung der weiblichen und männlichen Leitungswege ist erst eine sekundäre, namentlich für die oberen Theile, während die Genese des Endabschnittes nicht mit gleicher Sicherheit von Eisig erkannt und beschrieben worden ist. Bei Helix tritt nun in der Ontogenie von Anbeginn an die Geschlechtscloake auf, ja sie ist sogar verhältnissmässig noch viel

1) Hierüber sind natürlich erst weitere Untersuchungen abzuwarten.

länger wie späterhin. Man wird daher wohl das letztere Verhalten als das primäre ansehen und davon das Verhalten der Ausführgänge der Limnaeen als eine spätere Modifikation ableiten dürfen.

Hiernach gewinnen wir über den muthmaasslichen Geschlechtsapparat der phylogenetischen Vorgänger der Pulmonaten folgendes Bild. Von der Zwitterdrüse entspringt ein einfacher Ausführgang, der sich im weiteren Verlaufe zu einem uterusartigen Theile erweitert, an welchem oben eine Samenblase und eine Eiweissdrüse, unten ein Receptaculum seminis ansitzt und der in einer einzigen Oeffnung nach aussen mündet. —

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVIII.

c = Herz.
cl = Geschlechtscloake.
co' = commissura cerebro pedalis. *o—p*.
co'' = commissura cerebro-visceralis.
d = Dotterhaut.
ec = Ectoderm.
en = Entoderm (der „Dottersack“ der Autoren).
f = Fuss.
fl = flagellum.
g = Ganglien.
g b = gl. buccale oder sympathicum.
g ce = Hirn, oberes Schlund- oder Cerebralganglion.
g pd = Fussganglion.
g co = gl. commissurale.
g pl = gl. palliale.
g ge = gl. genitale.
g al = Eiweissdrüse.
gl m = glandulae mucosae (büschelf. Drüsen).
m = Mundmasse.
m r = musc. retractor penis.
mt = Mantel.
mtr = Mantelrand.
n = Niere.
p = penis.
ps = Pfeilsack.
r = Richtungsbläschen.
r s = receptaculum seminis (Samentasche).
s = Schale.
sb = contractile Schwanzblase.
u = Urniere.
ut = Uterus.
v = velum.
v d = vas deferens.
v s = vesiculae seminales (Samenblasen).
zw = Zwitterdrüse.
zwg = Zwittergang.
1 = nerv. pallialis dexter.
2 = n. pall. medius.
3 = n. genitalis.
4 = n. cutaneus.
5 = n. pallialis sinister.

Fig. 1. Reifes Ei von Helix pomatia mit Keimbläschen und Keimfleck.

Fig. 2. Ein solches in der Zweitheilung. Man erkennt deutlich die feine Dotterhaut.

Fig. 3. Ei desselben Thieres in der Viertheilung.

Fig. 4. H. pom. Die vierte Kugel ist zerfallen in vier kleinere (*ec*), welche nun die dunklen rasch umwachsen.

Fig. 5. H. pom. Die Entodermzellen sind vom Ectoderm schon umwachsen. Letzteres bildet einen feinen durchsichtigen Ueberzug, den man an dieser Zeichnung nicht als solchen erkennen kann.

Fig. 6. H. pom. Die Ectodermzellen haben sich bedeutend vermehrt und schliessen das geschlossene Entoderm ein. Man erkennt die Differenzirung des Ectoderms in einen oberen kleinzelligen und einen unteren Theil.

Fig. 7. Embryo von Hel. nemoralis. Mit Anlage von Mantel, Fuss, Velum und Mundmasse.

Fig. 8. Embryo von Hel. nem. Man erkennt schon die Urniere und die Differenzirung des Entodermes in einen vorderen grosszelligen und einen hinteren kleinzelligen Abschnitt.

Fig. 9. Hel. nem. Im Mantel ist die Schalenanlage sichtbar, bei der Mundmasse die Ganglien. Der kleinzellige obere Theil des Entoderms hat sich in einen stumpfen zum Mastdarm werdenden Fortsatz ausgezogen.

Fig. 10. Hel. pom. Das Herz ist sichtbar.

Fig. 11. Hel. pom. Herz und Niere auf einem späteren Stadium.

Fig. 12. Hel. nem. Die Mundmasse herauspräparirt. Man sieht das Velum.

Fig. 13. Hel. nem. Das Velum und die Oeffnung der Mundmasse.

Fig. 14. Hel. nem. Der Mantel mit der Schalenanlage.

Fig. 15. Die unter dem Schlunde gelegenen Theile des Nervensystems von Hel. pomatia. Die Verbindung mit dem Hirne ist durch die Durchschneidung der Schlundcommissuren (*co'* und *co''*) aufgehoben. Ansicht von oben.

Fig. 16. Schematische Uebersicht des Nervensystems von Helix. Das sympathische Gangliensystem ist roth colorirt, das Fussganglion mit seinen Commissuren gelb, und das Hirn mit der Bauchganglienkette blau. Die Anordnung und Verbindung der Ganglien ist bei den Limnaiden die gleiche. Die Fussganglien hat man sich, statt wie es hier geschehen, nach aussen geschlagen, in der Mittellinie einander sehr angenähert resp. durch eine kurze Commissur verbunden zu denken.

Fig. 17. Der Geschlechtsapparat einer jungen, noch nicht lange freilebenden Helix pomatia. Die Eiweissdrüse ist noch klein, die Samenblasen relativ sehr gross. Das Flagellum ist noch kurz, die glandulae mucos. und der Pfeilsack sind erst im Begriffe sich zu bilden.

Fig. 18. Anlage der Glandul. mucos. Hel. pom.

Fig. 19. Erste Anlage des Flagellum. Hel. pom.

Fig. 20. Theil des Geschlechtsapparates einer jungen Helix nemoralis. Nahe der Eiweissdrüse münden beide Samenblasen und der Gang der Zwitterdrüse.

Ueber die Begriffe Species und Varietas im Pflanzenreiche.

Von

Dr. W. O. Focke in Bremen.

Ueber Artrecht, das Wesen der organischen Art, das Speciesdogma, den Unterschied zwischen Arten und Varietäten, Variabilität der Arten und ähnliche Themata ist in neuerer Zeit unendlich viel geredet und geschrieben worden. Die Unfruchtbarkeit der grossen Mehrzahl dieser Erörterungen ist gewiss sehr oft darin begründet, dass zwar Jedermann genau zu wissen glaubt, was eine „Species" ist, dass aber dennoch der Begriff der Species ganz ausserordentlich verschieden aufgefasst zu werden pflegt. Eine Erscheinung, an welche wir bei philosophischen und namentlich bei theologischen Streitigkeiten längst gewöhnt sind, tritt bei der Behandlung jener Fragen auch auf naturwissenschaftlichem Gebiete hervor; es ist die Verwechselung von Begriff und Benennung:

> Mit Worten lässt sich trefflich streiten,
> Mit Worten ein System bereiten,
> An Worte lässt sich trefflich glauben,
> Von einem Wort lässt sich kein Jota rauben.

Dieser Erfahrungssatz bewährt sich auf's Glänzendste in einer grossen Zahl von Abhandlungen über die Speciesfrage; man wird sich auch schwerlich der Wahrnehmung entziehen können, dass sich gerade da, wo die Begriffe fehlen, eine besonders reiche Fülle von Worten einzustellen pflegt. Seit Linné unter den organischen Formencomplexen Genera, Species und Varietates unterschieden hat, glaubt jeder Zoologe und Botaniker Dasselbe thun zu müssen. Die Folge dieses an sich ganz vernünftigen Verfahrens ist nun aber, dass die grosse Mehrzahl der Naturforscher sich daran gewöhnt, die lebendige Natur gleichsam als nach Büchern und Systemen geordnet aufzufassen, während doch die formale sprachliche Beschreibung und Benennung der Naturkörper zunächst nur

ein Hülfsmittel zum Studium sein kann. So ist denn auch die Vorstellung von der Wirklichkeit der Species, als eines scharf abgegrenzten Individuencomplexes, mehr und mehr eingewurzelt. Merkwürdiger Weise glaubt man jetzt vielfach in der Theorie fest an die Existenz der Species, obgleich man zugeben muss, dass man in der Praxis noch nicht weiss, was die eigentliche, die wirkliche Species ist. Was Linné eine Art nannte, hält Jordan in der Mehrzahl der Fälle für eine Artengruppe; er ist der Meinung, dass jede solche Artengruppe am richtigsten als besondere Gattung oder mindestens als ein Subgenus aufzufassen sei. Da nun aber viele Botaniker noch den weiten Linné'schen Artbegriff festzuhalten suchen, so nennen sie Species, was Jordan als Genus betrachtet, während sie die Jordan'schen Species nur als Varietates gelten lassen. Zwischen diesen Gegensätzen suchen Viele eine vermittelnde Stellung einzunehmen, die in der Regel durch ein ziemlich willkürliches und wenig consequentes Verfahren bezeichnet ist, aber den Vorzug hat, dem Durchschnittsmaass der Formenkunde unter den systematischen Botanikern zu entsprechen. Die Theoretiker lassen nun diese Meinungsverschiedenheiten wo möglich auf sich beruhen; sie schreiben ausführliche und gelehrte Abhandlungen über das Wesen und die Eigenschaften der Species und über das Wesen und die Eigenschaften der Varietas; allein sie betrachten es als eine offene, der Zukunft zur Lösung vorbehaltene Frage, ob die Linné'schen oder die Jordan'schen Arten die „wahren" Species sind. Da nun die Jordan'sche Species mit der Varietas der Linnéaner zusammenfällt, so muss Alles, was über die Linné'sche Varietas und deren Eigenschaften ausgesagt wird, natürlich von der Jordan'schen Species gelten. Kümmert man sich nicht um diese Verschiedenheit im Gebrauche der Bezeichnung Species, so kann selbstverständlich von einer inductiven Entwickelung des Begriffs der Art keine Rede sein. Die Species-Idee wird durch eine solche Behandlung der Sache eine rein aprioristische oder dogmatische; inzwischen ist es wundersam, zu beobachten, wie selbst scharfsinnige Gelehrte davon gar Nichts merken und ganz unbefangen meinen, ihr dogmatischer Speciesbegriff sei der Erfahrung entlehnt. Es handelt sich nämlich nicht um den Artbegriff als solchen, sondern um zwei besondere Eigenschaften, welche der Species zugeschrieben werden. Die organische Species soll nämlich nach der Doctrin erstens durch scharfe, unverrückbare Grenzen von allen übrigen Species getrennt, somit ein absolutes und reales Wesen sein, zweitens soll sie, trotz

aller Veränderlichkeit in untergeordneten Merkmalen, so beständig sein, dass ein Uebergang in andere Formen selbst im Laufe geologischer Zeiträume unmöglich ist. Es fragt sich, welche Gründe für diese Ansicht sprechen. Eine Prüfung der beobachteten Thatsachen muss ergeben, ob die Thier- und Pflanzen-Arten in der That jene ihnen zugeschriebenen Eigenschaften besitzen. Wer als Naturforscher aus den wirklichen Beobachtungen seine Begriffe ableiten und damit die „Realität der absoluten Species" vertheidigen will, der darf auch keinerlei Zweifel darüber obwalten lassen, ob er sich zur Species Homo sapiens oder zur Species Homo Mediterraneus (H. euplocamus) rechnet. Wer diesen ersten Schritt in der Deutung der Thatsachen scheut, dessen Darstellungen des Speciesbegriffs können in formaler und sprachlicher Beziehung sehr gelehrt und geistreich sein, müssen aber in sachlicher Hinsicht nothwendig auf der Stufe des Gefasels stehen bleiben.

In der Theorie herrscht verhältnissmässig viel Einstimmigkeit darüber, durch welche Merkmale ein Formenkreis als Species charakterisirt wird, denn die Doctrin vom Wesen der Art ist für Diejenigen, welche die „Realität der absoluten Species" festhalten, in neuerer Zeit nicht wesentlich modificirt worden. Die Grundlage des Speciesbegriffes ist natürlich stets die Idee einer gemeinsamen Abstammung aller zur Species gehörigen Individuen; es fragt sich nur, durch welche Mittel die gemeinsame Abstammung bei den gegenwärtig existirenden Organismen erkannt werden kann. Man wird indess kaum viel Widerspruch zu befürchten brauchen, wenn man folgende Eigenschaften eines Formenkreises als entscheidend für seinen Artwerth bezeichnet: 1) die vollständige morphologische Aehnlichkeit aller Individuen des Formenkreises unter einander; 2) das Vorhandensein erheblicher und beständiger, vorzugsweise morphologischer Eigenthümlichheiten, durch welche die Individuen des Formenkreises von allen andern Organismen unterschieden werden können (Mangel an Uebergangsformen); 3) die Beständigkeit der unterscheidenden Merkmale in der Folge der Generationen; 4) die Unbeständigkeit der innerhalb des Formenkreises etwa vorhandenen Verschiedenheiten in der Folge der Generationen; 5) fruchtbare gegenseitige Kreuzung aller einander sexuell entsprechenden Individuen des Formenkreises mit Erzeugung fruchtbarer Nachkommenschaft; 6) verminderte Fruchtbarkeit der etwaigen Kreuzungsproducte aus allen Individuen des Formenkreises mit denen ähnlicher Formenkreise. Sobald ein Formenkreis alle diese Eigenschaften besitzt, wird man über sein „Art-

recht" nicht in Zweifel sein. Die Species, welche sich so charakterisirt, ist sowohl vom Genus, wie von der Varietas bestimmt verschieden. Innerhalb eines Formenkreises, der als Gattung (Genus) erscheint, braucht die morphologische Aehnlichkeit aller Individuen unter einander nicht so vollständig zu sein; es genügt z. B. bei den Pflanzen eine Uebereinstimmung in den wichtigeren Merkmalen an den Reproductionsorganen. Die zweite Bedingung, der Mangel an Uebergangsformen zu andern Gattungen, muss bei einem gut umgrenzten Genus eben so wohl zutreffen, wie bei einer gut umgrenzten Species; man pflegt indess zuzugeben, dass solche Grenzen zwischen den Gattungen in der Natur nicht in allen Fällen vorhanden sind. Die vierte Bedingung, die Beständigkeit der unterscheidenden Merkmale, muss für eine Gattung mindestens ebenso streng gültig sein, wie für eine Art; dagegen können innerhalb der Gattung allerdings zahlreiche verschiedene beständige engere Formenkreise (Punkt 4) neben einander bestehen. Die Kreuzungsproducte zwischen den Individuen einer Gattung brauchen nicht fruchtbar zu sein (5), während selbstverständlich eine Kreuzung zwischen Individuen verschiedener Gattungen, wenn sie überhaupt erfolgreich ist, stets eine wenig fruchtbare Nachkommenschaft liefern wird (6). Es sind also die Punkte 1, 4 und 5, durch welche sich Gattungen, die mehrere Arten umfassen, von den engeren Formenkreisen der einzelnen Art unterscheiden. In den Punkten 2, 3 und 6 liegen dagegen die Unterscheidungsmerkmale der Art von der Varietät. Die Varietät soll durch Uebergangsformen mit andern Varietäten, und zwar namentlich mit der angeblichen Stammform, zusammenhängen, sie soll in der Folge der Generationen unbeständig sein und soll fruchtbare Kreuzungsproducte mit andern Varietäten liefern. Man giebt nun allerdings zu, dass die Uebergangsformen nicht immer nachweisbar sind, dass aber in diesen Fällen die Unterscheidungsmerkmale sehr geringfügig zu sein scheinen; man giebt ferner zu, dass manche Varietäten, so weit unsere Erfahrung reicht, beständig sind, und giebt drittens zu, dass man über die Kreuzungsproducte vieler Varietäten Nichts weiss. In diesen Fällen beruhigt man sich dabei, die Erfahrung werde schon zeigen, ob solche zweifelhafte Formenkreise Arten oder Varietäten seien.

Ausser den angegebenen Kennzeichen für die Arten wird man bei verschiedenen Schriftstellern noch mancherlei untergeordnete Merkmale aufgeführt finden, durch welche sich die Species unterscheiden lassen sollen. Diese Merkmale sind theils anatomischer,

theils biologischer, theils chorologischer Art; bei den Pflanzen betreffen sie Zahlen- und Grössenverhältnisse, Ausbildung von Nebenorganen, Blüthezeit, chemische Bestandtheile (Farbe, Geruch), Lebensdauer, Widerstandsfähigkeit gegen schädliche Einflüsse, Verbreitung u. s. w. Man wird kaum in der Lage sein, allgemeingültige Regeln über den Werth derartiger Kennzeichen zu geben, wird jedoch den Grundsatz aufstellen können, dass die Individuen einer und derselben Art auch in ihrer äusseren Erscheinung und in ihren biologischen Eigenschaften keine allzu grossen Verschiedenheiten zeigen dürfen.

Es sollte eigentlich jedem Naturforscher, der Ansichten oder Theorieen über das Wesen der organischen Art aufstellt, zur Pflicht gemacht werden, seine Lehren zunächst an der Gattung Homo, deren am besten und allgemeinsten gekannten Formenkreise, zu prüfen und zu erläutern. Nicht nur dem Zoologen, sondern auch dem Botaniker würde ein solches Examen sehr nützlich sein. Die genauen Verhältnisse jeder Pflanzengattung, die er zur Erläuterung wählen könnte, werden stets nur wenigen Fachgenossen hinreichend bekannt sein, während man voraussetzen darf, dass jeder wirkliche Naturforscher — auf welchen Titel Leute, die nur Naturkörper sammeln und bestimmen, keinen Anspruch haben — mit der Gattung Homo einigermaassen vertraut ist. Prüfen wir also, welche Formenkreise in der Gattung Homo nach Maassgabe der obigen Merkmale für die Species dem eigentlichen Artbegriffe entsprechen. Wir fragen zunächst, ob die Gattung monotyp ist, d. h. nur eine einzige Art enthält, ob also der Linné'sche Homo sapiens unserer Definition vom Wesen der Art entspricht. Zu 1 werden wir bemerken, dass wir die morphologische Aehnlichkeit aller Individuen nicht als vollständig anerkennen können; zu 2 und 3 geben wir zu, dass Uebergänge zu andern Formenkreisen vollständig fehlen und dass die Unterscheidungsmerkmale von andern Geschöpfen beständig und zuverlässig sind; zu 4 ist zu erinnern, dass in der Gattung Homo viele durchaus beständige engere Formenkreise vorhanden sind, also jede Formeneinheit fehlt; auf 5 können wir noch keine ganz bestimmte Antwort ertheilen, doch ist eine Verminderung der Fruchtbarkeit bei gewissen Kreuzungen innerhalb des Formenkreises Homo sapiens wahrscheinlich; zu 6 ist zu constatiren, dass Kreuzungsproducte von Homo mit andern Organismen gar nicht bekannt sind. Die Bedingungen 2, 3 und 6 sind somit erfüllt, wodurch indess wie oben gezeigt, Nichts weiter bewiesen wird, als dass Homo sapiens nicht

etwa eine Varietät einer andern organischen Art ist. Die Bedingung 5 ist wahrscheinlich nicht erfüllt, 1 ist nur erfüllt, wenn man den dehnbaren Begriff der Aehnlichkeit ungewöhnlich weit fasst, 4 dagegen ist unzweifelhaft gar nicht erfüllt. Unter diesen Umständen werden wir Homo sapiens nicht für eine Art, sondern für einen Artencomplex halten. Prüfen wir nun, ob etwa Homo afer eine der dahin gehörigen Arten darstellt. Auch innerhalb dieses engeren Formenkreises werden unsere Bedenken, ob die muthmaassliche Art der Bedingung 1 genügt, nicht gehoben sein. Andererseits scheint aber auch die Erfüllung der zweiten Bedingung äusserst zweifelhaft, während der dritten, so weit es unter diesen Umständen möglich ist, Genüge geleistet wird. Für Punkt 4 haben wir durch die Verengerung des Formenkreises eigentlich Nichts gewonnen; die Bedingung 5 wird zutreffen, 6 aber nicht. Wir sehen somit, dass der Formenkreis Homo afer noch viel zu weit ist, um der Bedingung 4 und selbst um 1 zu genügen, aber andererseits schon zu eng, um in Bezug auf 2 und 6 ein befriedigendes Ergebniss zu liefern. Fasste man den Artbegriff noch enger, z. B. Homo Ashanti, so wird man allerdings für Punkt 1 und 4 Viel gewinnen, für 2, 3 und 6 aber eben so viel verlieren. Wir kommen somit zu der Schlussfolgerung, dass weder Homo sapiens, noch H. afer, noch H. Ashanti wirkliche Arten sind; es bleibt uns also nur die Wahl zwischen zwei Möglichkeiten: entweder sind die Erkennungsmerkmale, durch welche wir das Artrecht eines Formenkreises feststellen, nicht richtig aufgefasst, oder es giebt in der Gattung Homo weder eine Art noch Arten, wenigstens keine Arten, wie sie die Speciesdoctrin verlangt.

Nun ist es allerdings wohlbekannt, wie die Anhänger der alten Lehre diese Schwierigkeit in dem vorliegenden Falle umgehen: sie streichen einfach die Bedingung 4. Dann bleiben zur Unterscheidung von Species und Varietas nur noch 1 und 5 übrig und mit Benutzung dieser ist die Art Homo sapiens allenfalls zu retten, denn die Auffassung des Begriffes der Aehnlichkeit ist sehr dehnbar und über die Kreuzungen liegen die Erfahrungen noch nicht vollständig genug vor. Wir können indess mit Sicherheit behaupten, dass bei Kreuzungen innerhalb der Gattung Homo Erscheinungen vorkommen, wie sie nach der Speciesdoctrin bei Varietäten-Blendlingen nicht auftreten sollen. Die Mischlinge von Europäern und Negern oder Europäern und Rothhäuten scheinen durchschnittlich nicht gerade schwächer zu sein, als die Stammeltern, während die Mischlinge von Negern und Rothhäuten als ein

schwächliches, entschieden unter den Stammeltern stehendes Geschlecht geschildert werden. In Birma erweisen sich die Mischlinge von Portugiesen und Eingebornen als ein ganz tüchtiger Schlag, während die Engländer mit den Eingebornen keine lebensfähige Nachkommenschaft erzielen. Diese Erscheinung passt durchaus nicht zu der gewöhnlichen Vorstellung von dem Wesen der Varietäten; man wird es indess für wahrscheinlich halten müssen, dass die Ursache des Nichtgedeihens von anglobirmanischen Mischlingen im Klima zu suchen ist und dass solche in einem mittelwarmen Lande allerdings lebensfähig sein würden. — Wenn man nun aber auch den bedeutenden anatomischen und physiologischen Unterschieden zwischen den verschiedenen Menschenstämmen keinen specifischen Werth beilegen will, so dürfte es sich doch als verhängnissvoll für die Speciesdoctrin erweisen, wenn man zugiebt, dass innerhalb einer und derselben Art so durchaus verschiedene und in der Folge der Generationen durchaus beständige Varietäten vorhanden sein können, wie es beim Menschen der Fall ist. Die Gegner Darwin's pochen bekanntlich darauf, dass man die Umwandlung der Arten in einander nicht direct nachweisen könne; eine solche Beweisführung ist aber selbstverständlich unmöglich, so lange man alle Formen, zwischen denen allmähliche Uebergänge nachgewiesen werden, sofort für Varietäten einer und derselben Art erklärt. Es wird indess nützlich sein, von den Anhängern des Speciesdogmas eine Meinungsäusserung darüber zu verlangen, ob sie Europäer und Neger für verschiedene Arten oder für Varietäten einer und derselben Art halten. Im letzten Falle wird man constatiren, dass noch niemals von europäischen Eltern ein Negerkind erzeugt ist oder umgekehrt, dass also auch die Veränderlichkeit von Varietäten nicht erfahrungsgemäss nachgewiesen werden kann; im ersten Falle wird man bei dem Versuche der Umgrenzung der Menschen-Arten auf Schwierigkeiten stossen, die sich nicht mit der Doctrin in Einklang bringen lassen.

Wenden wir uns nun zur Pflanzenwelt, so werden wir einige möglichst bekannte Beispiele wählen, um auch hier zu prüfen, welche Formenkreise als Species betrachtet werden dürfen. Nehmen wir die Gattungen Rosa und Quercus, so finden wir, dass diese weiten Formenkreise nur den Forderungen 2, 3 und 6 entsprechen, also denen, welche auch für die Gattungen Gültigkeit haben können. Nehmen wir enge Formenkreise, wie Quercus pubescens Willd., oder Rosa dumetorum Thuill., so erfüllen dieselben die Bedingungen 1, 4 und 5, wahrscheinlich auch 3, aber schwer-

lich 2 und 6. Versuchen wir nun, ob eine mittlere Fassung des Artbegriffs zum Ziele führt und prüfen Quercus Robur L. und Rosa canina L., beide im weitesten Sinne genommen, so werden wir nur Punkt 3 und 6, bei Quercus vielleicht auch Punkt 2 entschieden als zutreffend bezeichnen können, also diejenigen, welche auch für die weiten Formenkreise, die Gattungen, gelten können. In Bezug auf Punkt 5 werden wir unsere Unwissenheit bekennen, 1 und 4 aber entschieden verneinen müssen. In diesem Falle nützt es nun der Speciesdoctrin kaum etwas, wenn wir die Forderung 4 streichen; wir finden trotzdem keinen Formenkreis, der einigermaassen genau dem Artumfange entspricht. Weder Quercus Robur L. noch Q. pubescens Willd., weder Rosa canina L. noch R. dumetorum Thuill. sind demnach wirkliche Arten. — Prüfen wir die bestcharakterisirten unzweifelhaften Varietäten, z. B. Fragaria monophylla L., so werden wir die Bedingungen 1, 2, 4, 5 als vollkommen erfüllt betrachten können, um den Formenkreis als Art zu charakterisiren; in Bezug auf 3 werden wir Bedenken hegen, welche indess nur aus unserer besonders genauen Kenntniss jener Pflanze geschöpft sind; über Punkt 6 wissen wir nichts Bestimmtes, wenn wir es auch für sehr unwahrscheinlich halten, dass er bei Fr. monophylla in einer für deren Artrecht günstigen Weise in's Gewicht fallen würde.

Wenn man diese Thatsachen erwägt, so wird man zu der Erkenntniss gelangen, dass man eine verschiedene Umgrenzung der Arten bekommt, ja nachdem man das eine oder das andere Kennzeichen als entscheidend für das Wesen der Species betrachtet. Wir erhalten nicht dieselben Arten, wenn wir ausschliesslich die morphologischen Eigenschaften in's Auge fassen, wie wenn wir zugleich die sonstigen Eigenthümlichkeiten heranziehen. Legen wir das Hauptgewicht auf den Mangel an Uebergangsformen, so werden wir ganz andere Artgrenzen erhalten, als wenn wir das Wesen der Art vorzugsweise in der Stammeseinheit suchen, also in möglichster morphologischer und physiologischer Gleichwerthigkeit der zu einer Art gerechneten Organismen. Die verschiedenen Kennzeichen, welche nach der Doctrin einen Formenkreis als Art charakterisiren sollen, decken sich somit nicht, und es liegt daher in der Willkür des Systematikers, ob er dem einen oder dem andern Umstande eine grössere Wichtigkeit beilegen will. Jordan legt den Nachdruck auf die wirkliche innere Gleichwerthigkeit der zu einer Species verbundenen Organismen, Bentham dagegen auf die Möglichkeit einer guten Abgrenzung des als Art charakterisi-

ten Formenkreises. Es wird daher nothwendig sein, die einzelnen Anforderungen an eine gute Species gesondert zu besprechen.

Man mag über den Ursprung der Arten denken, wie man will, so ist doch, wie es scheint, Jedermann damit einverstanden, dass die Art als eine genetische Einheit aufzufassen ist. Wir sehen, dass die Organismen von nachweisbar gleicher Abstammung einander sehr ähnlich sind, wir sehen aber auch, dass sie sich keineswegs völlig gleichen, sondern dass sich, namentlich nach mehreren Generationen und unter wechselnden äusseren Umständen, mehr oder minder deutliche Verschiedenheiten herausstellen. Der Betrag dieser erfahrungsmässig ermittelten Verschiedenheiten ist bald grösser bald kleiner. Wir rechnen nun unbedenklich zu derselben Art alle diejenigen Organismen, die nicht viel mehr Abweichungen von den unzweifelhaft genetisch zusammengehörigen Individuen zeigen, als diese unter sich.

Nach dem Maassstabe dieser Erfahrung würden die Arten im Allgemeinen sehr eng ausfallen; kein Mensch würde daran denken, den Weissen und den Neger unter einen Artbegriff zu bringen, denn niemals ist beobachtet, dass unter den Nachkommen der Weissen auch Individuen von grosser Negerähnlichkeit auftreten oder umgekehrt. Indess giebt es andererseits Beispiele, dass im Laufe der Zeit sehr zahlreiche und bedeutende Abänderungen aus einer und derselben Art hervorgegangen sind. Im Pflanzenreiche sind aber fast alle diese Beispiele nicht frei von dem Verdachte, dass Kreuzung ursprünglich getrennter Formen an den beträchtlichen Verschiedenheiten, die sich allmählich herausgebildet haben, einen wesentlichen Antheil hat. Der Einfluss von Boden und Klima auf die Umbildung der Formen ist viel geringer, als man in der Regel angenommen hat; die Wirksamkeit dieser Factoren bethätigt sich nur dann, wenn sie ein besonders bildungsfähiges Material vorfinden, wie es namentlich durch Kreuzung hervorgebracht wird.

Es wird nun unsere Aufgabe sein, zu untersuchen, ob und in wie weit sich die pflanzlichen Formenkreise mit Hülfe der angegebenen Merkmale als Arten charakterisiren. Zunächst ist also die Bedeutung und die wirkliche Tragweite jedes einzelnen der sechs Merkmale zu erörtern. Daran wird sich naturgemäss eine Besprechung des Artbegriffes und der Descendenztheorie reihen. Es wird sich dann empfehlen, die wesentlichen Thatsachen noch einmal in anderer Gruppirung zu vergleichen, und schliesslich

einige der bemerkenswertheren Einwände zu prüfen, welche gegen die Entwickelungstheorie erhoben worden sind.

Das erste und wichtigste Kennzeichen der „Art“ ist die vollständige morphologische Aehnlichkeit aller Individuen des betreffenden Formenkreises. Schon unsere bisherigen Betrachtungen lassen es indess von vornherein als unmöglich erscheinen, festzustellen, wie gross der Betrag der Abweichung sein muss, um zwei Formen als zu verschiedenen Species gehörig zu charakterisiren. Es ist daher auch den Systematikern sehr wohl bekannt, wie leicht man in offenbare Irrthümer verfällt, wenn man die Pflanzen einzig und allein nach den äusseren Merkmalen in Arten zu scheiden sucht. Irgend bestimmte Principien darüber, wie die Kennzeichen beschaffen sein müssen, welche zwei Arten trennen, giebt es nicht.

Neben den morphologischen Unterschieden kommen unzweifelhaft auch chemische und physiologische vor, die keineswegs unbeachtet gelassen werden dürfen. Neuerdings legt man, wenigstens in Deutschland, den rein biologischen Thatsachen nicht viel „specifischen Werth“ bei. Man leugnet zwar die Bedeutsamkeit solcher Erscheinungen, z. B. der Lebensdauer, der Widerstandsfähigkeit gegen Frost, der Blüthezeit u. s. w., keineswegs, erachtet sie aber an und für sich nicht wichtig genug, um wirkliche „Arten“ dadurch zu unterscheiden. Man wird indess wohl thun, die Bedeutsamkeit der biologischen Eigenthümlichkeiten nicht zu unterschätzen. Es ist unter den Gärtnern noch ein Streitpunkt, ob und in wie weit sich Pflanzenarten an Kälte „gewöhnen“ lassen. Man glaubt im Allgemeinen, dass die specifische Organisation *einer* Pflanze auch den Grad ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Frost bedingt; jedenfalls muss anerkannt werden, dass die Fähigkeit, bestimmte Temperaturen zu ertragen, ein biologisches Merkmal ist, welches sich, so weit die Erfahrung reicht, in den meisten Fällen als sehr beständig bewährt hat, welches auch weit geringeren Schwankungen unterworfen ist, als viele morphologische Kennzeichen. — Auch den chemischen Eigenschaften der Pflanzen pflegt man wenig „specifischen Werth“ beizulegen; der Gehalt an gewissen auffälligen Stoffen, Farbe, Geruch und Geschmack gelten als zu veränderlich, um Arten als solche zu charakterisiren. Man wird indess zugeben, dass der Bitterstoff bei einigen Polygala-Arten, der Pfefferstoff bei Polygonum Hydropiper, das Cumarin bei Anthoxanthum odoratum, endlich auch der Geruch und die Farbe mancher Blüthen und Früchte eine sehr bemerkenswerthe Be-

ständigkeit zeigen, so dass Gewächse, die einander morphologisch sehr ähnlich sind, in der That durch chemische Charaktere besonders leicht und sicher unterschieden werden können.

Die wichtigsten Kennzeichen der Arten sind indess unstreitig die morphologischen. Die höheren Einheiten im Pflanzenreiche, die Gattungen, Familien, Classen und Hauptabtheilungen, werden ausschliesslich nach morphologischen Merkmalen von einander abgegrenzt. Es würde also nur consequent sein, wenn man auch die Arten und Varietäten in ähnlicher Weise ausschliesslich durch morphologische Eigenthümlichkeiten unterscheiden wollte. Allein eine solche Eintheilung würde in vielen Fällen unnatürlich sein, sie würde Pflanzen, die genetisch unzweifelhaft zusammenhängen, aus einander reissen. Man ist im Allgemeinen übereingekommen, zur Unterscheidung der Gattungen die Merkmale zu benutzen, welche der Bau der Blüthen und Früchte bietet. Allein auch darin ist keine strenge Consequenz möglich. Es giebt Pflanzen, die — ganz abgesehen von den sexuellen Differenzen — zweierlei Blüthen tragen (z. B. einige Arten von Viola, die Blüthenstände mit heteromorphen Rand- oder Gipfelblüthen); ebenso giebt es Pflanzen mit zweierlei Früchten (z. B. Dimorphotheca, einige Polygonum- und Atriplex-Arten). Der Unterschied in der Gestalt dieser Früchte ist beträchtlich genug, um darauf unter andern Umständen zwei gut charakterisirte Gattungen gründen zu können. Andererseits giebt es grosse Pflanzengruppen, in denen der Bau der Blüthen und Früchte so gleichförmig ist, dass man in ihnen gar keine wirklichen Anhaltspunkte zur Umgrenzung von Gattungen findet (z. B. Vicieae). Endlich giebt es wiederum Beispiele, dass zwei deutlich verschiedene Gattungstypen sich gelegentlich in einander umwandeln; so gleichen z. B. die normalen Blüthen der Gattung Diclytra den Pelorien von Corydalis. — In einigen Fällen unterscheiden sich zwei verschiedene Formenkreise fast ausschliesslich durch Gattungsmerkmale, während sie im Uebrigen völlig oder nahezu übereinstimmen, so Raphanus und Raphanistrum, Ramondia und Haberlea, Amygdalus communis und Persica. Man wird in diesen Fällen Bedenken wegen der specifischen Verschiedenheit der betreffenden Gewächse nicht unterdrücken können, wie denn auch die Zusammengehörigkeit von Raphanus und Raphanistrum bereits nachgewiesen worden ist.

Die morphologischen Speciesmerkmale werden von allen Theilen der Pflanze entnommen. Besondern Werth legt man Unterschieden in den Wachsthumsverhältnissen, der Sprossfolge und

der Gestalt der wichtigeren Organe bei. Absolute Grössenverhältnisse gelten mit Recht als wandelbar, relative dagegen als durchschnittlich beständiger. Den Zahlen schreibt man einerseits eine sehr hohe Wichtigkeit zu, und meint, dass man durch dieselben die grossen Ordnungen charakterisiren könne, andererseits glaubt man sie nur mit Vorsicht zur Unterscheidung von Arten verwerthen zu dürfen. Man sieht wie in den Blüthenorganen Zahlen wie 4 und 5, 3 und 6, 4 und 8, 6 und 8, 1—5 und 10, 8 und 10 häufig genug mit einander wechseln, in den Blattquirlen auch 2 und 3. Die Wahrheit ist, dass die Zahlenverhältnisse in manchen Familien (Cruciferae, Leguminosae, Umbelliferae, Compositae, Labiatae u. s. w.) sehr beständig, in andern (Ranunculaceae, Alsineae, Saxifragaceae, Caprifoliaceae, Polygoneae u. s. w.) dagegen sehr wandelbar sind. Die Form der Blätter ist bei manchen Arten beständig, bei andern veränderlich, ganz abgesehen von den Pflanzen mit verschieden gestalteten Blättern, von denen manchmal nur die eine Form ausgebildet wird. Die krausblättrigen, schlitzblättrigen und ganzblättrigen Varietäten können als Abweichungen, die einer besondern Kategorie angehören, aufgefasst werden, dagegen ist die Veränderlichkeit der normalen Blattformen bei vielen Pflanzenarten bekannt. Im Ganzen gehören indess die der Blattform, den Nebenblättern, den Wachsthumsverhältnissen, der Verästelung der Achsenorgane (Blüthenstand) u. s. w. entlehnten specifischen Merkmale zu den besten und constantesten. Die Oberhaut bietet namentlich durch die Trichombildungen mannichfaltige Charaktere, die indess mit Recht als wenig beständig gelten.

Es giebt einzelne Arten, die nur durch ein einziges, gutes und scharfes Kennzeichen unterschieden werden, z. B. Valerianella olitoria Mnch. und V. carinata Lois., oder Rosa alpina L. und R. Hampeana Griseb., oder Juncus bufonius L. und J. sphaerocarpus Nees; in allen drei Fällen liegt der wesentliche Unterschied in der Fruchtform, da die begleitenden sonstigen Abweichungen unerheblich sind. Durch die Gestalt der Früchte unterscheiden sich auch z. B. die Racen von Berberis Aquifolium Pursh und Pirus aucuparia Gaertn. — In der Gestalt der Blüthenköpfchen weichen Scabiosa columbaria L. und Sc. ochroleuca L. von einander ab, in diesem Falle ist in der Regel, aber allerdings nicht immer, eine verschiedene Blüthenfarbe mit der Formverschiedenheit verbunden. In den Blättern sind Dryas octopetala L. und Dr. integrifolia Vahl, Hepatica triloba Gil. und H. angulosa Fuss, Primula chinensis typica und Pr. chinens. macrophylla, oder Camelina sativa Crntz.

und C. dentata Pers., in der Behaarung Herniaria glabra L. und H. hirsuta L., im Winden die cultivirten Phaseolus-Racen (ein Beispiel, welches sich ganz besonders zur Illustrirung der gelehrten Deductionen bei WIGAND, Darwinismus S. 131 empfiehlt!) von einander verschieden. Auch in diesen Fällen sind mit den abweichenden Hauptmerkmalen geringfügige sonstige Unterschiede verbunden. Man pflegt indess mit vollem Rechte Zweifel gegen die specifische Verschiedenheit solcher Formenkreise zu hegen, die sich nur durch ein einziges Kennzeichen unterscheiden. In einigen Fällen gleichen sich zwei Pflanzenformen vollständig, bis auf zwei Unterscheidungsmerkmale, so Malva borealis Wallm. und M. neglecta Wallr.; in der Regel sind selbst nahe verwandte Arten durch zahlreiche Charaktere verschieden, von denen freilich oft nur einzelne eine schärfere Abgrenzung gestatten (Melandryum, Cerastium, Stellaria, Lappa). — Man ist übrigens bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse nicht in der Lage, zu beurtheilen, ob untergeordnete Merkmale, die neben einem wesentlicheren Unterschiede vorkommen, einfache Correlationserscheinungen sind, oder ob sie eine selbständige Entwickelung der abweichenden Form in verschiedenen Richtungen anzeigen. Bei einer Reihe von Rubus-Arten habe ich das Vorkommen von Varietäten beobachtet, die sich durch einen constanten Complex von Charakteren auszeichnen, nämlich durch tief eingeschnittene, also mehr oder minder geschlitzte Blätter, stärker verästelte Blüthenstände, kleinere Blüthen, Verringerung der Zahl und Grösse der Stacheln. Offenbar besteht eine bis jetzt noch nicht genügend zu deutende Correlation zwischen diesen Eigenthümlichkeiten, so dass die Varietäten, die scheinbar durch vier oder fünf Kennzeichen abweichen, in Wahrheit nur als einfache Abänderungen aufzufassen sind, weil die verschiedenen Merkmale einander gegenseitig zu bedingen scheinen. Es zeigt sich in einigen Fällen, dass anscheinend wichtige und tiefgreifende morphologische Verschiedenheiten in Wirklichkeit doch keine specifischen Differenzen bedingen. Ich will nicht wieder auf die in verschiedene Gattungen gestellten leichten Abänderungen zurückkommen, auch nicht an Fragaria monophylla L. erinnern, sondern nur auf Fälle verweisen, wie die von Salix triandra L. (bei LINNÉ zwei Arten) und S. repens L. (bei LINNÉ drei oder vier Arten, bei den nächsten Nachfolgern noch einige mehr, z. B. S. argentea, S. fusca u. s. w.). Man hat sich jetzt vollkommen überzeugt, dass in dem Formenkreise dieser so verschieden gestalteten Pflanzen keinerlei Abgrenzungen auch nur an-

nähernd haltbar sind. Die Morphologie lässt uns ferner vollständig im Stich, wenn es sich um die Frage handelt, ob zwei sehr ähnliche Formenkreise Arten oder Varietäten sind. Wie steht es mit den Cedern vom Atlas, Libanon und Himalaya; wie mit Filago lutescens Jord. und F. canescens Jord.; wie mit den Glockenblumen aus der Gruppe der Campanula rotundifolia L., den Seerosen aus der Gruppe der Nymphaea alba L.? Man mag die Sache anfangen, wie man will, es ist vollständig hoffnungslos, irgend eine Grenze zu ziehen zwischen Kennzeichen, die noch als specifische Unterschiede dienen können, und solchen, durch welche nur Varietäten charakterisirt werden. Man könnte alle biologischen, chemischen, auf Färbung und Behaarung bezüglichen Merkmale als nichtspecifisch bezeichnen, man könnte alle auf Zahl und Maass beruhenden Unterschiede für unwesentlich erklären und würde doch Nichts gewonnen haben, denn in den rein morphologischen Charakteren sind die mannigfaltigsten Zwischenstufen möglich vom linealen bis zum kreisrunden Blatte (Campanula rotundifolia) *und* vom runden bis zum scharfkantigen Stengel (untere und obere Stengeltheile vieler Cyperaceen).

Nach diesen Betrachtungen dürfte es hinlänglich klar sein, dass die Würdigung der Merkmale zweier Pflanzenformen an und für sich keine bestimmten Schlussfolgerungen darüber gestattet, ob und in wie weit dieselben genetisch zusammenhängen. Wir erhalten durch die Untersuchung der morphologischen Charaktere Individuenreihen und Individuengruppen, die wir wiederum durch Sammelbegriffe höherer Ordnung theils zusammenfassen, theils trennen können. Es lässt sich somit zwar ein System nach morphologischen Charakteren aufbauen, aber es lässt sich nicht erkennen, ob oder in wie weit ein solches System den Thatsachen der wirklichen Abstammung entspricht.

Um nun zu bestimmen, ob ein aus morphologisch ähnlichen Organismen bestehender Formenkreis eine Art ist oder nicht, müssen andere Kennzeichen herangezogen werden. Eine wirkliche Species soll nach der Doctrin durch erhebliche und beständige, vorzugsweise morphologische Eigenthümlichkeiten so ausgezeichnet sein, dass alle zugehörigen Individuen sicher von allen andern Organismen unterschieden werden können. Es sollen also alle vermittelnden Uebergangsformen und Zwischenformen fehlen. Diese Eigenthümlichkeit, die oben als das zweite Erkennungszei-

chen einer Species aufgeführt worden ist, verdient eine besondere Besprechung,; und handelt es sich zunächst darum, festzustellen, ob solche scharfe Grenzen einzig und allein zwischen Formenkreisen vorkommen, die als Species bezeichnet werden können oder nicht.

Die grossen Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches hat man, obgleich man im Wesentlichen über ihren Umfang einig ist, nach verschiedenen Charakteren zu unterscheiden gesucht. Die schärfste Unterscheidung ist die zwischen Kryptogamen und Phanerogamen oder wie man auch sagen könnte, zwischen Hygrogamen oder Pflanzen, deren Befruchtung im Wasser oder auf der benetzten Erde geschieht, und Aerogamen, oder Pflanzen, deren Befruchtung in der Luft vollzogen wird. Unter den Kryptogamen (Hygrogamen) sind die Thallophyten und Characeen in ihren vegetativen Organen für ein Wasserleben oder Parasitenleben gebaut; selbst die ihrem eigentlichen Wesen nach so problematischen Flechten sind nur scheinbar Landpflanzen, denn sie leben und wachsen nur, wenn sie nass werden, ertragen aber allerdings lange Unterbrechungen ihres Lebenszustandes durch Austrocknen. Die Muscineen und Filicineen sind ihrem Wesen nach vegetative Luft- und Landpflanzen, wenn auch einzelne Gruppen sich wieder mit ihrer höheren, dem Luftleben entsprechenden Organisation dem Wasserleben accommodirt haben. Bei den Filicineen ist im Interesse einer höheren vegetativen Ausbildung das sonst in der ganzen organischen Natur gültige Princip geopfert worden, dass der Sexualact erfolgt, während sich der Organismus selbst auf der Höhe der Entwickelung befindet. Bei hochstehenden Luftpflanzen, wie die Farrn, würde, wenn dies Prinzip beibehalten wäre, auch eine Luftbefruchtung nothwendig geworden sein; die Farrn sind aber sexuell auf einer tieferen Stufe stehen geblieben; sie werfen gewissermaassen die Knospenanlagen ihrer Blüthenzweige ab, und diese entwickeln sich dann selbständig auf dem feuchten, die Wasserbefruchtung gestattenden Erdboden.

Die grossen Abtheilungen des Pflanzenreiches lassen sich daher charakterisiren als

1) Wasserpflanzen und Schmarotzer: Thallophyten und Characeen.
2) Vegetative Luft-, sexuelle Wasserpflanzen:
   a) Befruchtungsvorgang an der entwickelten Pflanze: Muscineen.
   b) Befruchtungsvorgang an der unentwickelten Pflanze: Filicineen.

3) Luftpflanzen: Phanerogamen.
Parasitismus und Rückkehr einzelner Reihen aus dem Luftleben zum Wasserleben machen die Erscheinungen etwas complicirter, die im Uebrigen, sobald man die wesentlichen Thatsachen und die im Sinne der Entwickelungstheorie gedeutete Genesis festhält, mit der grössten Klarheit hervortreten. Eine Analogie zwischen der Gliederung des Pflanzenreiches und der Gliederung des Wirbelthierreiches ist unverkennbar und beruht dieselbe in den Wirkungen der Accommodation an das Luft- oder an das Wasserleben. Der absolute Unterschied, der zwischen Luft- und Wasserleben, Luft- und Wasserbefruchtung, Geschlechtsthätigkeit im höchstentwickelten und im embryonalen Zustande besteht, erklärt die Nothwendigkeit scharfer Grenzen zwischen den jenen Accommodationsverhältnissen entsprechenden Classen. Unter den Phanerogamen ist der Unterschied zwischen Monocotyledonen und Dicotyledonen ein scharfer, weil der Unterschied zwischen 1 und 2 ein scharfer ist; die morphologische Annäherung mancher Dicotyledonengruppen (Piperaceae, Polygoneae) an die Monocotyledonen ist indess unverkennbar. Die weiteren Eintheilungen der Phanerogamen sind mehr oder minder künstliche; morphologische Verhältnisse, Lebensbedingungen, Thier- und Pflanzenwelt haben in mannichfaltigster Weise die Entwickelung der einzelnen Organismen beeinflusst, so dass dieselbe in den verschiedensten Richtungen erfolgt ist.

Um indess zu den einfachen gegebenen Thatsachen zurückzukehren, so braucht man sich nur an Familien wie die Characeae, Lycopodiaceae, Cycadeae, Palmae, Aroideae, Orchideae, Labiatae, Ericaceae, Umbelliferae, Cucurbitaceae, Cruciferae u. s. w., oder an Gattungen wie Sphagnum, Equisetum, Isoëtes, Eriophorum, Potamogeton, Iris, Casuarina, Quercus, Plantago, Digitalis, Begonia, Bupleurum, Rosa, Thalictrum zu erinnern, um Beispiele scharf abgegrenzter grösserer Formenkreise vor Augen zu haben. Andererseits sind aber auch zahlreiche Beispiele von Familien und Gattungen bekannt, deren Grenzen sehr schwer zu bestimmen sind, z. B. die Liliaceae, Amentaceae, Amarantaceae, Saxifragaceae, Hyacinthus, Senecio, Genista u. s. w. — Die scharfen Grenzen sind aber keineswegs eine Eigenthümlickeit der weiteren Formenkreise; sie kommen eben so wohl bei den engsten vor. Als die unerheblichsten Modificationen gelten im Allgemeinen die Abänderungen in der Blüthenfarbe. Dieselben können sehr allmählich abgestuft sein, z. B. bei Crocus vernus All., Erythraea litoralis Fr.,

Erica Tetralix L., Anemone nemorosa L., Achillea Millefolium L., Pflanzen, bei denen sich alle Mittelglieder zwischen weiss und roth, resp. blau vorfinden. Häufiger sind indess diejenigen Fälle, in denen ausschliesslich die ausgeprägten Farben vorkommen, so dass Mittelformen fehlen oder sehr selten sind. Beispiele sind: Campanula persicifolia L., Lappa tomentosa Lam., Calluna vulgaris Salisb., Symphytum officinale L., Raphanus Raphanistrum L., ferner die manchmal als besondere Arten betrachteten abweichend gefärbten Formen von Anemone alpina L., Papaver alpinum L., Scabiosa columbaria L., Phyteuma spicatum L., Datura Strammonium L., einigen Anagallis-Arten u. s. w. Auch die Färbung der Früchte zeigt manchmal scharfe Unterschiede, z. B. bei Actaea, Atropa, Solanum, Crataegus, Cotoneaster, Vaccinium Myrtillus u. a. m. Aehnliche bestimmt ausgesprochene Verschiedenheiten bieten mitunter die Behaarung (z. B. bei Spiraea Ulmaria L., Potentilla verna L., Veronica scutellata L.) oder Flecken auf den Blättern (Pulmonaria officinalis L.) oder die Blattform (Variet. monophyllae von Fraxinus, Robinia, Juglans und Fragaria). Ferner gehören zu den leichten, aber scharf ausgeprägten Verschiedenheiten die strahlblüthigen und strahllosen Blüthenköpfchen bei Aster Tripolium L., Bidens cernuus L., Senecio Jacobaea L., Chrysanthemum corymbosum L. u. s. w., die stacheligen und stachellosen Früchte bei Ranunculus arvensis L. und Datura Strammonium L., die braunen Blätter bei Varietäten von Oxalis corniculata L., Fagus silvatica L., Corylus u. s. w.; endlich mag an Lilium bulbiferum L. und L. croceum Chaix, sowie an Pfirsich und Nectarine und an die bereits erwähnten Fälle von Raphanus, Rosa Hampeana und Valerianella carinata erinnert werden. Die Gärtner sind der Ansicht, dass die „sprungweise“ auftretenden Abänderungen viel häufiger sind als die allmählichen. Indess gilt diese Regel keineswegs von allen Eigenschaften; bekannt ist z. B., dass zwischen immergrünen und sommergrünen Pflanzen alle Zwischenstufen gefunden werden.

Es ist daher wohl hinreichend klar, dass scharfe Grenzen zwischen den Formenkreisen auf allen Stufen der Systematik, bei den Classen, Ordnungen, Familien und Gattungen sowohl wie bei den leichtesten Abänderungen vorkommen; es kann daher wohl vorausgesetzt werden, dass sie bei den Arten nicht fehlen werden, mag man nun den Begriff derselben weit oder eng fassen.

Da man, wie gezeigt, nicht im Stande ist, den wahren Umfang einer Art allein nach den morphologischen Merkmalen zu erkennen, so hat man den Versuch gemacht, die Arten, je nach-

dem sich eine Grenze findet, eng oder weit zu fassen. So z. B. hält WIGAND (Darwinismus S. 69) es für möglich, dass die Adonis aestivalis L. var. citrina, die sich nur durch die Blüthenfarbe unterscheidet, eine eigene Art bildet, während er andererseits als Beispiele wirklicher Arten mit besonderer Vorliebe Rubus fruticosus (S. 17, 23, 63) und Rosa canina (S. 17, 211, 227) aufführt, beide im denkbar weitesten Sinne genommen („3 einheimische Rubus-Arten" S. 23). Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass sich innerhalb dieser sehr weiten Formenkreise zahlreiche engere samenbeständige Formenkreise finden, die sich durch weit wichtigere Merkmale als durch die Färbungsverhältnisse scharf von allen andern Formen abgrenzen lassen. Es ist sicherlich ein untrügliches Zeichen von Unwissenheit über einen bestimmten Gegenstand, wenn man einfache Fragen als zweifelhaft, schwierige und verwickelte dagegen als vollkommen gelöst hinstellt. Es gilt indess einmal als ein Zeichen von Scharfsinn und feiner Beobachtungsgabe, wenn der Systematiker recht scharf zwischen den Species unterscheidet, während er die innerhalb der Species vorkommenden engeren Formenkreise als verschwommen und unsicher begrenzt darzustellen hat. Oberflächlichkeit und Willkür in der Beobachtung der Thatsachen werden durch diese Neigung, die vermeintlichen Species zu trennen, die sogenannten Varietäten zu verbinden, ausserordentlich begünstigt. Die Annehmlichkeit, ein gutes systematisches Schema zu besitzen, ist so gross, dass man gänzlich übersieht, wie wenig sich die wirklichen Pflanzen an die Reglements der Bücher und Diagnosen kehren. Der gewissenhafte Forscher, der sich vorsichtig ausdrückt und sich scheut, die Thatsachen zu entstellen, findet wenig Aufmerksamkeit, wenn die Ergebnisse seiner Beobachtungen, wie es so oft der Fall ist, nicht in die Fächer des Systems passen.

Von andern Seiten ist der Grundsatz, die durch Zwischenstufen verbundenen engeren Formenkreise unter einen gemeinsamen Artnamen zusammenzufassen, mit mehr Verständniss und Sachkunde in Anwendung gebracht worden. Ein interessantes Beispiel bieten z. B. die Euphrasien, aus der Gruppe der E. officinalis L. Dieselben treten in Nordeuropa in wenigen Formen auf, die aber nach Süden zu, namentlich in den Alpen, sehr zahlreich werden und zum Theil sehr beträchtlich von einander abweichen. Als eine durchaus verschiedene Art galt bisher die südeuropäische E. tricuspidata L. Nachdem BALL nun aber kürzlich in einem Thale Friaul's eine seltene Mittelform gefunden hat, welche die E. tricuspidata

L. mit der E. Salisburgensis Fnk., einer noch zu E. officinalis in weitestem Sinne gezählten Form, verbindet, hält er auch E. tricuspidata für eine Unterart von E. officinalis (vergl. Journ. of bot. 1873 p. 272). Bei dieser Auffassung des Sachverhalts ist das Verhältniss der Arten oder Unterarten zu einander ein völlig klares; so lange die seltene Mittelform noch existirt, ist E. tricuspidata keine selbständige Art, sie wird aber eine solche werden, sobald das letzte Exemplar der anscheinend im Erlöschen begriffenen Zwischenform zu Grunde gegangen ist. Durch Ausfallen seltener Mittelglieder würde dann vielleicht zunächst auch E. Salisburgensis eine besondere Art werden, beim Fortschreiten dieses Processes aber schliesslich der grosse Formenkreis der E. officinalis sich in eine aus engeren Formenkreisen bestehende Artengruppe verwandeln. In ähnlicher Weise würden sich die Verhältnisse bei Thymus Serpyllum, Thalictrum minus, Viola tricolor, Batrachium, Armeria, Scleranthus, auch wohl bei der Dactyloides-Gruppe von Saxifraga, bei Rosa, Rubus, Hieracium (vgl. Nägeli!) u. s. w. auffassen lassen. Andererseits würden z. B. die Salices Capreae (S. Caprea, Silesiaca, grandifolia, cinerea, aurita), die europäischen Lappa- und Fragaria-Arten Beispiele von Gruppen nahe verwandter Arten sein, zwischen welchen keine Mittelformen mehr bekannt sind. — Soweit erscheint das von Ball eingeschlagene Verfahren nicht unangemessen; die Consequenzen würden indess in manchen Fällen recht weit führen. Es könnte doch sehr leicht sein, dass man die ganze Gruppe des Ranunculus acer L. von R. montanus Willd. und R. polyanthemos L. bis R. velutinus Ten. zu einer Art vereinigen müsste, ebenso die sämmtlichen Centaureen der Gruppe Jacea (C. splendens L., C. Phrygia L. u. s. w.). Was aus Gattungen wie Aster, Draba oder Cochlearia werden würde, ist noch gar nicht zu übersehen, doch dürfte es kaum zu bezweifeln sein, dass das Verfahren in diesen Fällen nicht gerade zur Klärung der Sachlage beitragen möchte.

Die Erfahrung zeigt, dass an jedem einzelnen Punkte der Erdoberfläche die grosse Mehrzahl der Arten gut geschieden ist. Diese Thatsache erklärt sich dadurch, dass allzu nahe verwandte Formenkreise in der Regel durch Kreuzung zusammenfliessen. Es wird sich somit überall im Laufe der Zeit eine gewisse Stabilität der Formenkreise herausbilden, die dadurch bedingt wird, dass zwischen den einzelnen „Arten" eine geschlechtliche Absonderung eintritt. Die Mittelformen müssen von den ausgeprägten, den örtlichen Verhältnissen besser angepassten Formen absorbirt werden.

— Der falsche Schluss, zu dem der Unerfahrene durch Beobachtung dieser Thatsachen und durch die theils in ungenügenden Kenntnissen, theils in der Sache selbst begründeten Mängel der Nomenclatur verleitet wird, ist der, dass die gleichnamigen Pflanzen sich in verschiedenen Gegenden auch wirklich gleich verhalten.

Mit diesen Bemerkungen könnten wir unsere Betrachtungen über die Umgrenzung der Arten schliessen. Um indess einen annähernden Begriff davon zu erhalten, ob scharfe Grenzen zwischen den Arten Regel oder Ausnahmen sind, wird man sich am besten die bekannten Baumgattungen ansehen, deren Abänderungen in verschiedenen Himmelsstrichen durchschnittlich bereits mehr Beachtung gefunden haben, als die örtlichen Varietäten der krautigen Gewächse. Gut geschiedene Arten findet man im Allgemeinen bei den Erlen, Buchen, Pappeln, manchen Gruppen von Weiden und Eichen, bei den Nussbäumen, Rosskastanien, Ahornen und Traubenkirschen. Unsicher begrenzte, durch Mittelformen verbundene Arten treffen wir namentlich bei den Kiefern, Weisstannen, Birken, asiatischen Eichen, den Kastanien, Hainbuchen, Platanen, Ulmen, Eschen, Aepfeln, Weissdornen, Pflaumen, Linden. Natürlich ist über die einzelnen Fälle noch sehr viel Meinungsverschiedenheit möglich, allein ein unbefangener Ueberblick über die bis jetzt bekannten Thatsachen wird gewiss den Eindruck hinterlassen, dass sowohl gut umschriebene, als auch unbestimmt umgrenzte Arten in grosser Zahl vorkommen. Es erhalten sich somit die Abgrenzungen unter den Arten durchaus analog den Abgrenzungen unter den Familien und Gattungen, wie unter den Abänderungen und Varietäten.

Wir können uns somit zu dem dritten Merkmal wenden, durch welches eine Art als solche erkannt werden soll, nämlich zu der Beständigkeit der unterscheidenden Merkmale in der Folge der Generationen. Die Sache bedarf kaum einer näheren Erläuterung; Formen, die unter dem Einflusse äusserer Verhältnisse, ohne Einwirkung von Kreuzungen, in einander übergehen können, dürfen nicht als Species unterschieden werden. Es ist indess sehr schwer, den Einfluss der Kreuzung bei den betreffenden Untersuchungen mit Sicherheit auszuschliessen; durch Kreuzung lassen sich aber sehr verschiedene Gewächse in einander überführen, z. B. Aegilops in Triticum. Um ein bestimmtes Beispiel zu wählen, so wird man den specifischen Unterschied von Raphanus sativus L. und R. Raphanistrum L. leugnen, falls sich die Möglichkeit der Ueberführung der vermeintlichen Arten in einander unter

Ausschluss jeder hybriden Einwirkung bestätigt. Allein man wird doch zugeben müssen, dass trotzdem ein Unterschied vorhanden ist, denn die Samen von R. Raphanistrum L. und R. sativus L. sind keineswegs gleichwerthig und es sind zur Beseitigung der Verschiedenheiten mehrere Generationen erforderlich. Angenommen, es genügen dazu unter günstigen Umständen durchschnittlich 5 Generationen, so lässt sich der Fall denken, dass es Formen giebt, die durch 10, andere, die durch 50 oder 100 oder 1000 Generationen in einander übergeführt werden können. Es würde dann die Frage entstehen, wie viele Generationen trennen zwei wirkliche Arten? Es ist doch durchaus willkürlich, anzunehmen, dass es nur solche Formen giebt, die durch wenige Generationen in einander übergeführt werden können, und solche, die absolut constant sind. Bevor man eine derartige seltsame Annahme macht, würde man doch einige Wahrscheinlichkeitsgründe dafür beibringen müssen. Unser Gesichtskreis erstreckt sich in der Regel nur auf wenige Generationen; aus diesem Grunde kann uns die Erfahrung über den Grad der Beständigkeit zweier einander nahestehenden Formen nicht eben viel lehren. Es ist indess ausserordentlich thöricht, sich auf die Länge unserer historischen Erfahrung zu berufen, um dadurch die Constanz der Species zu beweisen. Es ist nicht der mindeste Grund vorhanden, zu vermuthen, dass sich eine Pflanze z. B. unter den unveränderten natürlichen Verhältnissen Aegypten's im Laufe von 5000 oder 6000 Jahren verändert haben sollte. Die Schweizer Pfahlbauten, die zu einer Zeit errichtet wurden, als die Topographie des Landes wenig von der jetzigen abwich, weisen in ihren Resten bereits auf einzelne Abänderungen der Formen hin, die sich seit jener Zeit herausgebildet haben. Ein Urtheil über die mehr oder minder vollkommene Uebereinstimmung subfossiler oder fossiler Pflanzen mit den lebenden bleibt aber stets unsicher. Manche feineren Unterschiede, denen wir specifischen Werth beizulegen gewohnt sind, werden in fossilem Zustande sehr selten erkennbar sein. Indess haben wir einen andern Maassstab, um die Beständigkeit der Arten zu prüfen. Die arktischen und die alpinen Formen vieler Pflanzen sind aller Wahrscheinlichkeit nach seit der Eiszeit von einander getrennt, also seit einer Periode, in welcher die physischen Bedingungen des Pflanzenlebens und die Vertheilung von Land und Meer auf der Erdoberfläche durchaus anders waren als gegenwärtig. Eine grosse Anzahl von Pflanzenarten findet sich ferner sowohl in Amerika als in Europa. Die Periode, in welcher ein

Zusammenhang zwischen Amerika und Europa oder Nordasien bestanden haben mag, dürfte noch viel weiter rückwärts in der Vergangenheit zu suchen sein, als die Eiszeit. Wenn diese Anschauungen im Wesentlichen richtig sind, so folgt daraus, dass manche Pflanzenarten, z. B. die nordischen Ericaceen, seit dem pliocänen Zeitalter keine Abänderungen erfahren haben, da es doch nicht glaublich ist, dass sie überall in gleicher Weise variirt haben sollten. In andern Fällen, wo geringe Unterschiede vorhanden sind, wird man eine Umbildung eines oder des andern der beiden getrennten Stämme (wenn nicht beider) annehmen dürfen. Endlich darf nicht übersehen werden, dass in pliocänen Ablagerungen manche, in miocänen einzelne noch lebende Pflanzenformen gefunden worden sind.

Der Thatsache gegenüber, dass wenigstens einige unserer lebenden Arten in ihrer gegenwärtigen Gestalt bereits in der pliocänen, ja in der miocänen Periode vorhanden waren, verlieren alle Angaben über die Beständigkeit einzelner Pflanzenformen während der historischen Zeit jegliche Bedeutung für die Speciestheorie.

Das vierte Merkmal, durch welches eine Art als solche charakterisirt werden soll, ist die Unbeständigkeit der innerhalb ihres Formenkreises etwa vorhandenen Verschiedenheiten in der Folge der Generationen. Dieser Punkt ist von ganz besonderer Wichtigkeit, weil der Umfang der Arten davon abhängig ist. Es ist bereits mehrfach darauf hingewiesen worden, dass solche Arten, die viele in einander übergehende Formen vereinigen, unhaltbar sind, wenn man an der Bedingung festhält, dass die Formenkreise innerhalb einer Art unbeständig sein müssen. Es wird daher nothwendig sein, die Frage nach allen Seiten hin unbefangen zu prüfen, um zu einer bestimmten Anschauung darüber zu gelangen, was denn eigentlich eine Art ist.

Von einigen Forschern ist zunächst geltend gemacht worden, dass Variabilität eine specifische Eigenthümlichkeit mancher Arten sei. An und für sich ist diese Behauptung nicht unrichtig, aber man hat dieselbe mitunter in einer sehr sonderbaren Weise verwerthet. Wir wissen sehr gut, dass manche unserer Culturpflanzen leicht variiren, eine Eigenschaft, die von den Gärtnern in grossem Maassstabe ausgenutzt wird. Die zahlreichen Farbenvarietäten von Althaea rosea, Matthiola, Zinnia, Chrysanthemum, Aster, Impatiens, Portulaca, Salpiglossis, Gomphrena, Hyacinthus u. s. w. sind ja allgemein bekannt. Andererseits giebt es manche

seit längerer Zeit cultivirte Gewächse, welche sehr wenig variiren, z. B. die Lilien, Narcissen, Richardia, Secale, Cannabis. In der freien Natur sind Beispiele von Varietäten, die nicht nur gemischt, sondern auch zahlreich mit einander vorkommen, ziemlich selten; indess gehören die Farbenvarietäten von Polygonum Persicaria L. Crocus vernus All. und Phlox Sibirica L. dahin, ferner die in Behaarung und Blattform schwankenden Weidenarten Salix repens, S. nigricans, S. triandra. Man hat ein gewisses Recht, in solchen Fällen die Variabilität als eine Eigenschaft der Species zu bezeichnen. Nicht ganz genau würde eine solche Bezeichnung für die Farbenvarietäten vieler Polygala-Arten sein. Angenommen, es würden irgendwo zwei neue weissblühende Pflanzenarten, eine Polygala aus der Gruppe der P. vulgaris und eine Potentilla entdeckt werden. Wenn nun einige Jahre später ein Reisender in der Heimath dieser beiden neuen Species eine blaue Abänderung der Polygala fände, so würde diese Entdeckung kaum beachtet werden. Die Nachricht von der Auffindung einer blaublüthigen Abänderung der Potentilla würde dagegen im höchsten Maasse Unglauben und Staunen erregen. Dies Beispiel zeigt, dass die Variabilität keineswegs eine der einzelnen Species eigenthümliche Erscheinung sein kann, denn man wusste in dem angenommenen Falle gar Nichts von dem Grade der Variabilität der beiden Arten. Trotzdem erscheint uns die blaue Abänderung der Polygala fast als selbstverständlich, die der Potentilla fast als unmöglich. Wir schliessen also auf die Variabilität einer unbekannten Art aus der Variabilität der Artengruppe oder Gattung, zu der sie gehört, folglich ist bei der Polygala die Variabilität in dem betreffenden Sinne eine Eigenthümlichkeit einer grossen Artengruppe, nicht einer einzelnen Art.

Man ist indess weiter gegangen und hat häufig unbedenklich Draba verna, Armeria vulgaris, Thymus Serpyllum, ja Euphrasia officinalis, Rubus fruticosus und Rosa canina im weitesten Sinne als Species valde variabiles bezeichnet. Ein solches Verfahren ist natürlich rein willkürlich. Die Ueberführung der sogenannten Varietäten dieser Pflanzen in einander ist noch Niemandem gelungen, und ist nach den bisher vorliegenden Erfahrungen auch nicht die mindeste Aussicht vorhanden, dass dieselbe je gelingen wird. Immerhin lässt sich nicht bestimmt in Abrede stellen, dass es möglich sein könnte, die Armerien in fünfzig bis hundert, die Thymus, Euphrasien und Rosen in einigen hundert und die Draba- und Rubus-Formen in einigen tausend Generationen in einander

überzuführen. Auf diesen Punkt ist bereits bei Besprechung der Beständigkeit der Formen hingewiesen worden. Wenn nun Diejenigen, welche den weiten Artbegriff bevorzugen, annehmen, dass die Unterschiede von Rubus suberectus Anders. und R. Bellardii Wh. et N. sich im Laufe von etwa 5000 Generationen herausgebildet haben, so darf man wohl fragen, wie hoch sie die abändernde Wirkung von 50000 Generationen schätzen! Glauben sie aber, dass R. suberectus schon durch 50 Generationen in R. Bellardii umgewandelt werden kann, eine Ansicht, die schwerlich irgend ein Kenner dieser Pflanzen theilen dürfte, so wird man zunächst einfach fragen, welche Vorstellung sie sich von dem Maasse der Abänderungen machen, die binnen 500 und 5000 Generationen erfolgen können. Es ist daher nicht wohl einzusehen, wie Jemand, der an „Arten“ in dem angedeuteten weiten Umfange glaubt, irgend welche Zweifel an der Richtigkeit der Grundanschauungen der Entwickelungstheorie hegen kann.

Die Abänderungen, welche wir bei unsern Culturpflanzen auftreten sehen, erreichen nicht entfernt den Betrag der bei jenen „Arten“ von Euphrasia, Rosa, Rubus beobachteten Verschiedenheiten. Vorsichtigere Botaniker werden daher Einschränkungen des allzu weiten Artbegriffs in solchen Fällen vorziehen, allein sie werden dann auf Schwierigkeiten in der Abgrenzung der engeren Formenkreise stossen. Als Ausweg, um den missliebigen Consequenzen der Entwickelungstheorie zu entgehen, lässt sich dies Verfahren nicht benutzen.

Die Theorie, nach welcher die Variabilität als specifischer Charakter gewissen Arten zukommt, ist auch nicht im Stande, die einfachen Thatsachen zu erklären. Weshalb variiren solche Arten, die ihrer Natur nach variabel sind, nicht überall? Einige bethätigen diese Eigenschaft in den arktischen Gegenden mehr als in den Gebirgen (z. B. die Draben), andere beschränken sich darauf, in den europäischen Gebirgen zu variiren (z. B. Papaver alpinum L.), während sie im Norden constant sind. Einige Arten sind in Europa constant, aber in Amerika variabel (z. B. Stachys palustris L., Polygonum Bistorta L.), andere umgekehrt (Viola canina L., Campanula rotundifolia L.). Andere Arten oder selbst Artengruppen variiren nur in einzelnen Gegenden; die Farbenabänderungen der gelbblüthigen Arten aus der Gruppe der Primula veris sind z. B. in der Normandie häufig, an andern Orten selten, in Deutschland fast unerhört. Wenn man die Variabilität als eine besondere Eigenschaft gewisser Formenkreise auffasst, so

muss man zugeben, dass dieselbe bald an geographischen Racen, bald an Arten, bald an ganzen Artengruppen oder Gattungen (Polygala, Rosa, Hieracium) haftet, dass sie aber weder zu den weiteren noch zu den engeren Species besonders nahe Beziehungen zeigt.

Die Vereinigung verschiedener wesentlich von einander abweichender, wenn auch durch Zwischenstufen verbundener Formenkreise unter einen gemeinsamen Speciesnamen ist ein technischer Kunstgriff zur Erleichterung der systematischen Uebersicht. In dieser Weise aufgefasst hat das Verfahren seine volle Berechtigung. Leider ist aber die heutige Menschheit dazu erzogen, alle Gedankenoperationen mit Hülfe von Worten und Formeln vorzunehmen, anstatt direct die Vorstellungsreihen und Begriffe mit einander zu vergleichen. Sobald man einmal für die Formenkreise a, b, c, d (man erinnere sich der Racen oder Arten bei Tubocytisus, Viola, Scabiosa oder dergl.) den gemeinsamen Stamm B und für die Formenkreise e, f, g, h den gemeinsamen Namen F erfunden hat, beschäftigt man sich nur noch mit B und F, ohne zu bedenken, dass d und e sich sehr nahe berühren, während b und f, als typische Formen von B und F, allerdings deutlich verschieden sind. Diese Sachlage macht jede Erörterung über einen einzelnen Fall sehr schwierig, denn der Vertheidiger der Vorstellung von den scharfen Grenzen zwischen den Arten wird, wenn er auf die engen Beziehungen von d und e zu einander aufmerksam geworden ist, behaupten, es seien d und e Varietäten einer eigenen sowohl von B als auch von F zu trennenden Art. Ist auch dieser Standpunkt als unhaltbar erkannt, so heisst es schliesslich, B und F seien, weil Uebergangsformen zwischen ihnen vorkommen, zu einer einzigen Art zu vereinigen. Man wird dann aber zugeben müssen, dass innerhalb einer Art, die doch stets als einheitlich entstanden gedacht wird, im Laufe der Zeit sich weit grössere Unterschiede herausgebildet haben, als die sind, welche sonst zwei verschiedene Arten trennen — eine Annahme, auf deren Consequenzen bereits hingewiesen worden ist.

Diese Betrachtungen führen nothwendig zu der Frage, was denn eigentlich die Varietäten sind. Praktisch genommen ist darauf zu antworten, dass nach den ländläufigen Ansichten Species diejenigen Formen sind, mit welchen sich der Botaniker, Varietäten diejenigen, mit welchen sich der Gärtner zu beschäftigen hat. Man erachtet die Varietäten als einer wissenschaftlichen Behandlung unzugänglich und überlässt sie dem Züchter, der sie

einfach nach ihrem Verkaufswerth classificirt. Wagt ein Botaniker es, sich mit Varietäten zu beschäftigen, so pflegt er, um doch den Schein zu retten, sie Species zu tituliren. Daher der Streit über Linné'sche oder Jordan'sche Arten. Wissenschaftlich richtiger wäre es natürlich gewesen, wenn Jordan den Namen Species, der einmal für die weiten Formenkreise allgemein gebräuchlich war, nicht auf seine engen Formenkreise übertragen hätte. Wenn die Linné'schen, Döll'schen, Neilreich'schen, Bentham'schen, Regel'schen Arten als Species bezeichnet werden sollen, so gebührt den Jordan'schen eine andere Benennung. Allein kein Mensch hätte sich um Jordan's Arten bekümmert, wenn er sie nicht Species genannt hätte, denn die Botaniker würden sogleich gemerkt haben, dass es nur „Varietäten" seien, sie also Nichts angingen. Die Gärtner würden sich andererseits ohne beigefügten Preiscourant eben so wenig mit jenen „Neuheiten" beschäftigt haben. Jordan drückte daher einfach die systematischen Rangordnungen um eine Stufe herab; was Andere Species nennen, nannte er Genus, während seine Species einem Theil der Varietäten anderer Botaniker entsprechen.

Die Behandlung der Varietäten ist ein Schandfleck der heutigen wissenschaftlichen Botanik. Nur wenige botanische Schriftsteller giebt es, welche sich mit Umsicht und ausdauerndem Fleisse die Untersuchung aller Varietäten der von ihnen bearbeiteten Pflanzengattungen zur Aufgabe gestellt haben. Eine solche rühmliche Ausnahme bildet namentlich J. N. Bayer (Monogr. Tiliae generis in Verhandl. zool. bot. Ges. Wien 1862), der die Formen der Linden übersichtlich dargestellt[1]) hat. Noch wichtiger sind die Studien Caspary's über Nymphaea alba, weil sie durch Culturen und Hybridisationsversuche vervollständigt werden. Ueber die Samenbeständigkeit der Varietäten hat ferner H. Hoffmann in Giessen längere Reihen von lehrreichen Experimenten angestellt, freilich zum Theil in einer Weise, die manchen Einwürfen Raum giebt. Jordan's und Naudin's Pflanzenkulturen hatten zunächst andere Ziele im Auge, kommen aber doch der Lehre von der Art zu Statten. Auch Godron hat manche brauchbare Versuche gemacht. Um aber eine Vorstellung davon zu erhalten, in wie planloser Weise mit sogenannten Varietäten experimentirt werden

---

1) Donec ex una formarum serie unicum solum specimen in herbariis notum est diagnosin componere non est difficile: quando vero e regionibus et terris compluribus diversissimae formae colliguntur, lites de quaestione bonae vel malae speciei numquam fere componuntur. Bayer l. c. pag. 7.

kann, muss man Wigand's Darwinismus S. 414—417 lesen. Ein einstündiger Spaziergang durch die Saatbeete eines Blumenzüchters dürfte lehrreicher sein, als ganze Reihen derartiger wissenschaftlicher Versuche. Die Vernachlässigung, welche die Varietäten Seitens der grossen Mehrzahl der Systematiker erfahren haben, kann nicht nachdrücklicher gerügt werden, als es durch die Begriffsverwirrung geschieht, welche über das Wesen der Varietäten herrscht.

Man spricht und schreibt einander gewöhnlich den Lehrsatz nach, die Erfahrung zeige, dass die Arten beständig, die Varietäten veränderlich seien. In Wahrheit glaubt Niemand an diese Doctrin, denn Jedermann bewilligt ganz unbedenklich für besonders ausgezeichnete Zuchtthiere oder Sämereien die doppelten oder vielfachen Preise, weil er überzeugt ist, dass die Nachkommenschaft die Eigenschaften der vorigen Generation erben wird. Die Erfahrung zeigt daher in Wirklichkeit etwas ganz Anderes, als was jener unsinnige Lehrsatz behauptet; wir wissen, dass in der unendlichen Mehrzahl der Fälle die Nachkommenschaft ihren Vorfahren ausserordentlich ähnlich ist. Man ziehe seine Erfahrungen beim Menschengeschlechte zu Rathe und man wird finden, dass sich diese Regel überall bestätigt; man muss indess berücksichtigen, dass es nicht die unmittelbaren Stammeltern eines Organismus allein sind, welche dessen morphologische und physiologische Charaktere bestimmen. Für das Thierreich sind die Gesetze der Vererbung sorgfältig untersucht worden (vergl. z. B. Haeckel, Natürl. Schöpfungsgesch. Neunter Vortr.). Im Pflanzenreiche ist die sichere Erkenntniss der Vererbungsgesetze dadurch erschwert, dass man wegen der meist zwitterigen Blüthen und der Uebertragbarkeit des Pollens aus grösserer Entfernung die Bildungsgeschichte jeder einzelnen Form viel schwerer überwachen kann. Wenn man von Beständigkeit einer Pflanzenform spricht, so sind zunächst zwei verschiedene Fälle aus einander zu halten, nämlich erstens die Beständigkeit bei reiner Inzucht und zweitens die Beständigkeit bei Mischung mit nahestehenden Formen. Ein sicheres Urtheil über das Verhalten der einzelnen Formen unter verschiedenen Umständen lässt sich nur durch den Versuch gewinnen. Es ist aber vor allen Dingen erforderlich, dass die beabsichtigten Experimente auch in wirklich sachgemässer Weise angestellt werden. So sollte es sich von selbst verstehen, dass man alle von Händlern bezogenen Samen vor Anstellung von Versuchen einige Jahre hindurch prüfen muss, um zu erfahren, ob

man überhaupt mit rein gehaltenen Formen experimentirt. Ohne diese Vorsichtmaassregel sind die vermeintlichen Aussaatversuche Nichts als Spielereien. Bei einigen Nachdenken und einiger Erfahrung wird man sich die Regeln der botanischen Experimentirkunst leicht ableiten können. Wenn man aber alle Formen, die in irgend welcher Weise von einem angenommenen Normaltypus abweichen, Varietäten nennt, und wenn man sich dann eine beliebige Anzahl solcher Varietäten aus Feldern und Gärten zusammensucht, so darf man sich nicht wundern, wenn man die widersprechendsten Resultate erhält. Es fehlt uns bisher durchaus an Versuchsgärten, welche sich mit der Prüfung der Abänderungen nach wissenschaftlichen Grundsätzen beschäftigen. Solche Gärten sind aber ein dringendes Bedürfniss nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch für den Züchter, dem jetzt jede wissenschaftliche Grundlage für seine einmal üblichen Methoden fehlt.

Unter diesen Umständen kann man nur über ein verhältnissmässig kleines Material wirklich zuverlässiger Beobachtungen verfügen. Einzelne Thatsachen sind natürlich in grosser Zahl bekannt, allein in der Regel ohne genügend umsichtige Prüfung aller für die Beurtheilung wichtigen Umstände. Bei Untersuchung der Beständigkeit wildwachsend gefundener Pflanzenformen hat man im Allgemeinen folgende Ergebnisse verzeichnet. Abgeänderte Formen, welche in einer bestimmten Gegend in grosser Individuenzahl vorkommen, ohne sich von ganz besonderen Standortsverhältnissen abhängig zu zeigen, sind in der Regel streng samenbeständig, die Abänderung mag in noch so geringfügigen Merkmalen begründet sein (Jordan's Species). Abänderungen, welche an Bodenverhältnisse gebunden scheinen, sind theils ganz unbeständig, theils zu Rückschlägen geneigt, theils aber auch, so weit die Versuche reichen, wirklich beständig. Abänderungen, welche vereinzelt zwischen den Normalformen gefunden werden, sind im Allgemeinen unbeständig. Abweichende Blattformen und Mangel von Nebenorganen scheinen in solchen Fällen leichter vererbt zu werden, als Blüthenfarbe, Füllung der Blüthen, monströse Bildungen u. s. w., die, sobald sie isolirt auftreten, gar keine Neigung zur Vererbung ihrer abweichenden Eigenschaften auf die Nachkommen zu besitzen scheinen. Solche isolirte Abänderungen, die unter dem Einflusse starker Düngung oder Bewässerung entstanden sind, lassen sich auf anderem Boden niemals aus Samen fortpflanzen.

Unter unsern angebauten Pflanzen kennen wir unzählige Abänderungen, die streng erblich zu sein scheinen, namentlich sobald

Kreuzung verhütet wird. Unsere Landwirthe, Gemüsezüchter und Gärtner cultiviren zahlreiche Varietäten, die sie als durchaus samenbeständig betrachten. Indess giebt es auch manche wenig beständige Abarten, welche sich trotzdem von den Züchtern unter dem Einfluss der Auswahl und besonderer Bodenverhältnisse erhalten lassen. Die Zahl der auf gewissen Bodenarten und in gewissen Klimaten constanten, unter abweichenden Lebensbedingungen aber unbeständigen Formen scheint nicht gering zu sein.

Die Formenkreise, welche sich bei vermiedener Kreuzung als durchaus beständig erweisen, sind viel enger, als der Artbegriff bisher jemals gefasst worden ist. Die Farbenvarietäten der Bohnen (Phaseolus) sind zum Theil durchaus beständig; die Abänderungen, welche H. Hoffmann nach mehrjähriger Cultur bei einigen anfangs constanten Formen erhalten hat, sind vielleicht nur unter dem Einflusse von Kreuzungen entstanden. Auch zahlreiche Maissorten sind bei Ausschluss der Kreuzung anscheinend streng samenbeständig. Diese Pflanzen eignen sich vorzüglich deshalb als Beispiele, weil die grosse Zahl ihrer Abänderungen allgemein bekannt ist, und weil Niemand es für möglich halten wird, daraus lauter besondere „Species“ zu machen. Wenn wir somit durch Erfahrung wissen, dass viele nicht specifisch verschiedene Formenkreise (zufällige Abänderungen) samenbeständig sind, so scheint es zweckmässig, eine besondere technische Bezeichnung für den Begriff des in der Folge der Generationen beständigen Formenkreises einzuführen. Es empfiehlt sich nach Maassgabe des bisherigen Sprachgebrauches dafür der Ausdruck Race (Subspecies ....). Kürzlich hat Celakovsky (Oesterr. Bot. Z. 1873 N. 8, 9, 10) vorgeschlagen, die Race als eine Art Mittelstufe zwischen Species und und Varietät in die systematische Rangordnung einzuschalten. Eine etwas modificirte Fassung des Racenbegriffs scheint mir empfehlenswerther. Ich kann es nur für richtig halten, wenn man den Racenbegriff vollständig vom Artbegriff sondert. Eine Art ist ein Formenkreis, der durch wichtige und erhebliche Merkmale von allen andern Formenkreisen unterschieden werden kann. Eine Race dagegen ist ein Formenkreis, der sich in der Folge der Generationen als beständig erweist, wenigstens so weit die gewöhnliche Erfahrung reicht. Rückschläge kommen auch bei den Racen vor (z. B. die weissblüthigen Abänderungen von Phyteuma nigrum Schm.), aber sie pflegen unbeständig zu sein und wieder zu verschwinden. Im Allgemeinen wird man innerhalb einer Race keine engeren beständigen Formenkreise abgrenzen können und

wird daher auch die Samen einer und derselben Race als nahezu gleichwerthig betrachten dürfen. Es ist indess nicht durchführbar, den Racenbegriff von vornherein auf die allerengsten Formenkreise zu beschränken, vielmehr kann man unter Umständen zweckmässig noch Unterracen unterscheiden. Beispielsweise können wir Datura Strammonium in weiterem Sinne als Species, D. eu-Strammonium und D. Tatula als Racen, die dornenlosen Abänderungen beider Racen als Unterracen bezeichnen. Es entspricht eine solche Gruppirung den thatsächlichen Verhältnissen besser, als wenn man die 4 Racen coordinirt neben einander aufführen wollte. Um das Verhältniss von Arten und Racen durch Beispiele zu illustriren, können zunächst die bekannten drei Cedern, Cedrus Deodara Loud., C. Atlantica Manetti, C. Libani Barrel. angeführt werden, welche unter einem gemeinsamen Artnamen, etwa C. monticola — falls kein geeigneter bereits vorhanden ist — zusammenzufassen sind. Ferner ist z. B. Armeia vulgaris Willd. (erweitert) die Art, welcher die Racen A. alpina Willd., A. elongata Hoffm., A. purpurea Koch, A. Halleri Wallr., A. maritima Mill. unterzuordnen sind; Scabiosa columbaria ist die Art, Sc. eu-columbaria, Sc. ochroleuca L., Sc. gramuntia L., Sc. lucida Vill. sind die Racen. Eine Vereinigung aller untergetauchten Batrachien (nach Hooker) und Euphrasien (nach Ball) oder der meisten Hieracien und Rubi unter einen gemeinsamen Artbegriff soll damit nicht befürwortet werden.

Viele Botaniker werden versucht sein, mit Jordan und H. Hoffmann in den Racen die echten Species zu sehen. Allein im Zusammenhange mit einander betrachtet, erscheinen ähnliche Racen als flüssige, oft unbestimmt begrenzte Formenkreise. Zwei Racen, die hier deutlich getrennt erscheinen, fliessen an einem andern Orte in einander oder sind durch Mittelformen verbunden. Auch durch Kreuzungen scheinen manche Racen (Brassica!) sehr leicht beeinflusst zu werden. Nicht selten tritt eine Form in einer Gegend als sporadische unbeständige Abänderung vereinzelt zwischen der herrschenden Race auf, während die nämliche Form in einer andern Gegend mehr oder minder ausschliesslich vorkommt und durchaus beständig geworden ist.

Die Unterscheidung zwischen beständigen und unbeständigen Formen nimmt sich in der Theorie recht gut aus und ermöglicht den Doctrinären die Errichtung jenes geschlossenen Lehrsystems von der Species-Constanz. Es ist indess nothwendig, zunächst die Frage zu beantworten, was denn eigentlich Beständigkeit ist und woran man sie erkennt. Prüft man eine seltene Form auf ihre

Samenbeständigkeit, so wird man bei der Aussaat zunächst vielleicht zu dem Ergebniss gelangen, dass sie ihre Charaktere beibehält. Allein dadurch ist keineswegs bewiesen, dass nicht unter Umständen doch einzelne Sämlinge vorkommen können, welche in ihren Eigenschaften einer ähnlichen häufigeren Form sehr nahe kommen. Gewiss ist eine Pflanzenform unbeständig, wenn 1 Proc. der Sämlinge in einen andern bekannten Typus übergeht. Allein wie verhält es sich, wenn nur ein Rückschlag unter 1000 oder 100000 oder unter 1 Million Exemplare vorkommt? Wie steht es, wenn nicht eine seltene und eine häufige, sondern zwei gleichberechtigte Formen neben einander vorkommen, z. B. die verschiedenen Racen von Anagallis, Symphytum officinale, Scabiosa columbaria, Phyteuma spicatum? Ob die Formen von Thalictrum minus oder Draba verna oder Viola tricolor oder Armeria vulgaris unter hunderttausenden von Sämlingen nicht einzelne Exemplare liefern, welche einen abweichenden Typus darstellen, vermag Niemand zu behaupten oder zu leugnen. Samenbeständig nennen wir eine Form, wenn sie sich, so weit unsere Erfahrung reicht, unverändert aus Samen fortpflanzt; nun müssen wir aber zugeben, dass unsere Erfahrungen über wilde Racen nicht eben weit reichen, und dass zahllose Culturracen, nach demselben Maassstabe beurtheilt, für beständige Formen gehalten werden würden. Es ist also eine arge Selbsttäuschung, wenn man sich einbildet, die Frage der dauernden Beständigkeit nach einigen Aussaatversuchen entscheiden zu können. Wir sind nicht einmal im Stande, die Beständigkeit in der Gegenwart sicher zu erkennen, geschweige denn die Beständigkeit innerhalb geologischer Zeiträume. Es ist einfach Unsinn, wenn man sich für die Entscheidung solcher Fragen auf die durch einige Aussaatversuche gewonnene Erfahrung beruft.

Zwischen den nach Maassgabe der gewöhnlichen Erfahrung beständigen und den völlig unbeständigen Formen giebt es alle möglichen Zwischenstufen. Wir unterscheiden:

1) Abarten (Scheinracen); dieselben sind in der Regel beständig, liefern aber von Zeit zu Zeit Rückschläge, deren Nachkommenschaft nicht zur Abart zurückkehrt; sie sind nicht in auffallender Weise von äusseren Verhältnissen abhängig.

2) Spielarten oder Schläge; dieselben sind bedingungsweise beständig, nämlich unter Voraussetzung gewisser äusserer Verhältnisse, also in einem bestimmten Boden oder Klima. Unter Umständen, die ihnen nicht zusagen, zeigen sie Neigung zur Rückkehr in die Stammform.

3) Spielformen; sehr unbeständig, treten gelegentlich auf, bleiben aber in ihrer Nachkommenschaft veränderlich.

4) Individuelle Abänderungen; ohne merkliche Neigung zur Vererbung.

Es ist natürlich völlig unmöglich, scharfe Grenzen zwischen diesen Abstufungen zu ziehen, aber es ist durchaus nothwendig, sie im Wesentlichen festzuhalten. So lange man Racen mit Spielformen und individuellen Abänderungen auf eine und dieselbe Stufe stellt, weil man eben Alles als Varietät bezeichnet, wird man niemals zur Klarheit über die wirklichen Eigenschaften der Formenkreise gelangen. In den gewöhnlichen Aufzählungen der Varietäten wird Alles durch einander geworfen, denn ausser den Abänderungen werden selbst einfache durch den Standort bedingte Zustände als Varietäten aufgeführt, z. B. die Landformen und die Wasserformen von Sumpfgewächsen. Man reiht die verschiedensten Dinge neben einander, und verfährt so, als ob man beim Menschen zusammenstellen könnte: var. α den Juden, var. β den Cretin, var. γ den Gelbsüchtigen, var. δ den Chinesen, var. ε den Kaminfeger, var. ϑ den Neger u. s. w. Die Wissenschaft darf solche Nachlässigkeiten nicht mehr gestatten. Es ist Zeit, der Anmaassung jener gedankenlosen Systematiker entgegenzutreten, welche zweifelhafte Pflanzenformen ohne wirkliche Prüfung mit der grössten Bestimmtheit bald für „gute Species", bald für „Varietäten" erklären. Selbst erfahrene Botaniker, die dem weiten Artbegriff huldigen, scheuen sich nicht, die Entscheidung über den Artwerth der einzelnen Formen von Culturversuchen abhängig zu machen. Dieselben Männer werden sich gewiss bitter beklagen, wenn vom Gärtner bezogene Gemüse- oder Blumen-Sämereien einmal nicht die versprochene Varietät liefern; sie haben keine Ahnung davon, dass das Princip der Samenbeständigkeit als Merkmal des Artwerthes nothwendig und unbedingt zu Jordan'schen Arten führt.

Die morphologischen Abänderungen werden nach ihrer Beständigkeit sehr verschiedene Rangstufen einnehmen. Manche Formen mit auffällig abgeänderten Blättern sind ziemlich beständig, so z. B. Fagaria vesca var. monophylla, Fraxinus excelsior var. monophylla, Rubus laciniatus, die krausblättrige Petersilie; sie werden als Abarten bezeichnet werden können. Auch unter den abnormen Blüthengestalten sind manche ziemlich beständig, so manche Pelorien, die gefüllten Astern, Zinnien, Balsaminen, Stockrosen u. s. w., die meistens den Rang von Spielarten haben.

Andere, z. B. die gefüllte Agrostemma coeli rosa sind nur Spielformen. Farbenabänderungen in den Blüthen sind oft sehr constant, so dass man einige geradezu als Racen ansehen muss. Die Blutbuche ist nur eine Spielform, die entsprechende Varietät von Oxalis corniculata (var. tropaeoloides) ist dagegen eine sehr constante Abart, wenn nicht eine Race. Die braunen Amarantus-Arten scheinen z. Th. echte Racen zu sein. Selbst manche Monstrositäten sind erblich, so z. B. Papaver somniferum monstrosum, namentlich aber die Celosia cristata, der fast constant viviparen Formen einiger Gräser und Juncaceen nicht zu gedenken. Der Blumenkohl ist eine Spielart. — Es ist somit keine allgemeine Regel darüber aufzustellen, welche morphologische Abänderungen sich vererben und welche nicht. Zu beachten ist, dass die Gärtner gewohnt sind, Formen als beständig zu bezeichnen, sobald der Procentsatz der Rückschläge nicht allzu gross ist. Bei Besprechung aller dieser Fälle ist ein Moment bisher möglichst sorgfältig ausgeschlossen worden, nämlich das der hybriden Einflüsse. Es wäre denkbar, dass die Unbeständigkeit mancher Formenkreise viel geringer sein würde, wenn keine gelegentlichen Kreuzungen einträten. Die Hybridität ist noch ausführlicher zu erörtern, doch darf hier nicht verschwiegen werden, dass die Variabilität bis zu einem gewissen Grade und in sehr vielen Fällen durch Hybridität bedingt scheint.

Das Schlussergebniss unserer Betrachtungen über das vierte Merkmal der Species würde sein, dass die innerhalb einer Art vorhandenen Verschiedenheiten nicht nothwendig in der Folge der Generationen unbeständig sein müssen. Nach allen bisherigen Anschauungen über die Art kann der Begriff derselben nicht so eng gefasst werden, um der vierten Forderung zu genügen. Die engsten samenbeständigen Formenkreise nennen wir Racen; von den mehr oder minder unbeständigen Abänderungen sind mehrere Stufen zu unterscheiden. Zwischen den Racen sind bald scharfe Grenzen (sprungweise Abänderungen) vorhanden, bald fliessen sie in einander über. Eine absolute Grenze zwischen beständigen und unbeständigen Abänderungen giebt es nicht.

Die meisten Botaniker haben noch keinen Begriff von der grossen Zahl der wirklich vorhandenen Racen. Ich kann nicht glauben, dass die Gattung Rubus weniger als 10000 constante Racen zählt, bin vielmehr der Ansicht, dass die Zahl derselben mehr als doppelt so gross ist. Gattungen wie Rosa, Hieracium,

Centaurea würden jede tausende von Racen liefern, Thymus, Euphrasia, Sempervivum, die Dactyloides-Gruppe von Saxifraga mehrere hundert. Man vergegenwärtige sich ferner, dass Reichenbach, Wallroth, Jordan, Kerner fast in jeder Gattung, die sie auf einem meist beschränkten Gebiete genau untersuchten, neue Racen entdeckt haben. Man wird somit, wenn man den Begriff der Art auf die Race überträgt, einer maasslosen Vervielfältigung der Species entgegengehen. Will man dies nicht, so muss man sich aber auch nicht auf „vieljährige Culturversuche" berufen, um die Verschiedenheit zweier „Arten" zu beweisen.

Wenden wir uns nun den beiden letzten Merkmalen zu, durch welche das Artrecht eines Formenkreises erkannt werden soll. Wir können diese beiden Merkmale als zusammengehörig auch gemeinsam besprechen, müssen nun aber, den Angaben Anderer folgend, wieder von Arten in dem gebräuchlichen unbestimmten Sinne reden. Die Unmöglichkeit, die Grenzen von Arten und Varietäten nach den morphologischen Eigenschaften und der Beständigkeit festzustellen, brachte einige Botaniker, insbesondere Decaisne, auf den Gedanken, in der Bastardbildung Kennzeichen für den Artwerth zu suchen. Decaisne berief sich indess, was wohl erwogen zu werden verdient, auf Naudin, dessen weittragende Erfahrungen auf diesem Gebiete nicht leicht übertroffen werden können. Naudin hielt allerdings das Verhalten der Racen bei der Kreuzung für ein gutes Mittel, um ihre verwandtschaftlichen Beziehungen zu erkennen, ja, wenn man will, um den Grad ihrer specifischen Verschiedenheit zu bestimmen, aber er erklärte sich gleichzeitig mit der grössten Entschiedenheit gegen die Idee der Beständigkeit der Arten. Er nahm rückhaltslos die Entwickelungstheorie an und zwar bereits vor dem Erscheinen von Darwin's „Entstehung der Arten". Naudin hatte also, bevor von Darwinismus die Rede war, aus seinen Versuchen den Schluss gezogen, dass die Arten ungleichwerthig und unbeständig sind. Bereits 20 Jahre vor Naudin war der erfahrenste der damaligen englischen Hybridenzüchter, W. Herbert, zu der Ueberzeugung gelangt, dass jede Unterscheidung zwischen Species und constanten Varietäten willkürlich, künstlich und bedeutungslos sei. Es ist daher wohl zu beachten, dass es die Doctrinäre sind, die in ihrer Studirstube eine durch die Kreuzungsverhältnisse angezeigte Grenze zwischen Species und Varietät ausfindig gemacht haben wollen, während die Experimentatoren, welche sich im Garten eigene Er-

fahrungen erworben haben, zu dem entgegengesetzten Ergebniss gelangt sind.

Nach den Theoretikern sollen die Producte der Artenkreuzung mehr oder minder unfruchtbar und bei der Fortpflanzung unbeständig, die der Varietätenkreuzung dagegen fruchtbar und in der Nachkommenschaft beständig sein. Vergegenwärtigen wir uns in Kürze die wichtigsten Thatsachen. Fruchtbare Kreuzung ist nur zwischen solchen Pflanzen möglich, die sich im Blüthenbau einigermaassen ähnlich sind. Bastarde zwischen Pflanzenformen, die verschiedenen Familien angehören, giebt es nicht. Allerdings ist mir ein einziger Fall bekannt, der indess zwei Familien betrifft, die wohl nur den Rang von Tribus beanspruchen können, nämlich Scrofularineae und Gesneriaceae. Es ist ein Bastard von Digitalis und Gloxinia, abgebildet und beschrieben in Maund, Bot. Gard. V 468. Nicht ganz selten sind Bastarde zwischen Arten verschiedener Gattungen, z. B. Papaver × Glaucium, Papaver × Chelidonium, Lychnis × Silene, Lychnis × Melandryum, Silene × Melandryum, Lavatera × Hibiscus, Malvaviscus × Hibiscus, Vicia × Pisum, Campanula × Phyteuma, Rhododendron × Kalmia, Rhododendron × Menziesia, Ipomoea × Convolvulus, Philesia × Lapageria, Nicotiana × Datura, Lamium × Leonurus, Aceras × Orchis, Gymnadenia × Nigritella, Chamaerops × Phoenix, Aegilops × Triticum, Elymus × Triticum, Lolium × Festuca; zweifelhafter ist die generische Verschiedenheit bei Berberis und Mahonia, Pirus und Sorbus, Ervum und Vicia, Lagenaria und Sphaerosicyos, Rhododendron und Azalea, Gloxinia und Sinningia, Ammophila und Calamagrostis u. a. m. Unähnliche Arten einer und derselben Gattung sind nicht häufig zu kreuzen; solche Arten, welche einander in Bau und Grösse der Blüthen ähnlich sind, pflegen mehr oder minder leicht Bastarde zu liefern. Indess lässt sich darüber keine allgemeine Regel aufstellen. Apfel und Birne oder Apfel und Quitte lassen sich z. B. nicht fruchtbar kreuzen, obgleich man bei der nahen systematischen Verwandtschaft der drei Arten wohl Bastarde zwischen ihnen erwarten dürfte. Die Birne scheint dem Apfel doch ungleich näher zu stehen als der Eberesche, mit der sie anscheinend fruchtbare Hybride liefert. Ueberhaupt darf man nicht vergessen, dass die Fähigkeit, fruchtbare Kreuzungen mit einander einzugehen, in keiner bestimmten Beziehung steht zu dem Grade der systematischen Verwandtschaft der betreffenden Formen, oder zu der Fruchtbarkeit der aus den Kreuzungen hervorgegangenen Hybriden. Es ist noch nicht gelungen, die blauen und rothen

Racen von Anagallis arvensis L. (A. coerulea und A. phoenicea) zu kreuzen; die gelbblüthigen und weissblüthigen Racen mancher Verbascum-Arten sowie die verschiedenen Racen das Mais liefern bei der gegenseitigen Kreuzung eine spärliche Nachkommenschaft, die indess ihrerseits vollkommen fruchtbar ist.

Man hat nun die Lehre aufgestellt, die Bastarde aus sehr verschiedenen Arten seien völlig unfruchtbar, diejenigen aus nahe verwandten Arten theilweise fruchtbar, diejenigen aus einfachen Varietäten dagegen vollkommen fruchtbar. Immerhin wird diese Regel in manchen Fällen zutreffen, indem insbesondere die nächstverwandten Racen unter einander völlig fruchtbare Blendlinge liefern und zwar auch dann, wenn die Kreuzung selbst nicht ganz leicht erfolgt (Zea, Verbascum). Allein es ist nicht die geringste Aussicht vorhanden, dass dies Verhalten je eine durchgreifende Trennung ermöglichen wird. So ist z. B. der Bastard zwischen Aegilops und Triticum noch einigermaassen fruchtbar. Aus Gärtner's Beobachtungen geht deutlich hervor, und Herbert, Naudin und andere Züchter bestätigen es ausdrücklich, dass es alle Zwischenstufen zwischen vollkommen fruchtbaren und vollkommen unfruchtbaren Mischlingen giebt. Uebrigens ist die absolute Unfruchtbarkeit eines Bastards keineswegs leicht zu constatiren. Man kann bei einer Pflanze hunderte und tausende von Blüthen ohne Fruchtansatz verkümmern sehen, bis schliesslich einmal einige Blüthen desselben Exemplars dennoch Früchte bringen. Besondere Umstände, namentlich ein wärmeres Klima, scheinen die Fruchtbarkeit der Hybriden zu begünstigen. Die künstlich erzeugten Bastarde aus Digitalis purpurea L. und D. lutea L. waren stets unfruchtbar, aber dennoch pflanzt sich die wilde Bastardform D. purpurascens Roth durch Samen fort (Koch, Deutschl. Fl. II S. 612). Die Primula variabilis Goup. fanden Godron bei Nancy und Gay bei Paris immer unfruchtbar, während die Gärtner die Pflanze durch Samen vermehren.

Darüber, ob die Nachkommen von Bastarden in der Folge der Generationen allmählich fruchtbarer oder unfruchtbarer werden, geben die Erfahrungen noch keinen genügenden Aufschluss; Manches scheint für die eine, Manches für die andere Meinung zu sprechen. Gärtner hat sich eine Anzahl von Hybriden während einer Reihe von Generationen erhalten, aber die Nachkommenschaft schliesslich doch verkümmern sehen. Seine Pflanzen sind aber meistens in Töpfen gezogen; auch kannte man zu seiner Zeit weder die Wirkungen der Insectenbefruchtung noch die der In-

zucht. Es ist daher nothwendig, diese Versuche unter Berücksichtigung aller neueren Erfahrungen zu wiederholen. Die Blumenzüchter, welche in grösserem Maassstabe zu experimentiren und dadurch, wenn auch unabsichtlich, die strenge Inzucht zu vermeiden pflegten, scheinen in manchen Fällen zu ganz andern Ergebnissen gelangt zu sein. So weit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, zeigt sich die Fruchtbarkeit der Bastarde von Nebenumständen abhängig, die wir noch nicht zu übersehen vermögen.

Die Abkömmlinge hybrider Pflanzen sind in der Regel unter einander ungleich, manchmal nähern sie sich in späteren Generationen wieder den Stammeltern, selbst wenn keine Rückkreuzungen erfolgen. Andererseits können auch durch die schwer zu vermeidenden Rückkreuzungen mancherlei Zwischenproducte entstehen. Indessen giebt es doch einzelne künstliche Bastarde, die samenbeständig sind, z. B. die Weiden nach Wichura, ferner verschiedene Hybride in den Gattungen Dianthus, Lavatera, Geum, Potentilla, Rhododendron, Petunia, Veronica, Calceolaria und andern. Solche Hybride verhalten sich ganz wie eigene Arten. Ueberhaupt ist der Grad der Veränderlichkeit der Nachkommenschaft von Hybriden ebenso unberechenbar und scheinbar willkürlich, wie der Grad ihrer Fruchtbarkeit. Offenbar ist es indess durchaus falsch, wenn man das Kreuzungsvermögen zweier Pflanzenformen und die Fruchtbarkeit und Lebensfähigkeit ihrer hybriden Nachkommen wie Erscheinungen behandelt, die in einem bestimmten Verhältniss zu einander stehen. Dass Bastarde, die nicht lebensfähig sind, keine Früchte tragen, ist selbstverständlich; dagegen giebt es viele sehr lebenskräftige Hybride, die selten oder nie Früchte bringen (Mentha, Circaea, Triticum, Ammophila, Lolium × Festuca); auch im Thierreiche lässt z. B. der unfruchtbare Maulesel an individueller Lebensfähigkeit Nichts zu wünschen. Man darf daher über die sexuellen Beziehungen der verschiedenen Organismen zu einander keine allgemeinen Regeln aufstellen, ohne gleichzeitig zahlreiche Ausnahmen zu constatiren. Was indess die Phantasie der Doctrinäre aus solchen unbestimmten Regeln aufzubauen vermag, indem sie dieselben für „Gesetze" ausgiebt, davon liefert Wigand (Darwinismus S. 27) ein ergötzliches Beispiel.

Es kommen nun auch in der freien Natur nicht selten Arten vor, welche die grösste Aehnlichkeit mit Bastarden haben, so dass man sie nothwendig für Nachkommen von Hybriden halten muss. So ist z. B. Aesculus rubicunda Lois. allem Anschein nach ein zufällig im Garten entstandener fruchtbarer und samenbeständiger

Bastard. Rumex paluster Sm., R. pratensis M. et K., R. maximus Schreb. treten in einigen Gegenden als seltene Bastarde zwischen den Eltern, in andern als selbständige Arten auf. Zwischen Lamium purpureum L. und L. amplexicaule L. findet sich zuweilen ein augenscheinlicher Bastard, der zwischen den Eltern die Mitte hält. Derselbe gleicht dem Lamium hybridum Vill., einer samenbeständigen und ziemlich verbreiteten Mittelform zwischen den beiden Arten. Cirsium tataricum Wimm. et Grab. (C. canum × oleraceum Naegeli) verhält sich in manchen Gegenden Schlesiens wie eine eigene Art (Uechtritz in Verh. bot. V. Brandbg. Jahrg. VIII). Unter den Potentillen erinnern P. canescens Bess., P. collina Wib., P. procumbens Sibth., P. aurulenta Gremli, P. splendens Ram. ausserordentlich an hybride Formen, wenn auch ihre gegenwärtige Verbreitung nicht immer mit der der beiden denkbaren Eltern zusammenfällt. Mehrere der genannten Potentillen sind übrigens augenscheinlich gar keine homogene Arten, sondern, gemäss der Polymorphie so vieler Hybriden, Gruppen äusserst ähnlicher aber doch deutlich verschiedener Formen. Bei Dianthus, Viola (Formenreihe V. hirta — odorata, tricolor — lutea u. s. w.), Alchemilla, Polygonum scheint Aehnliches vozukommen (Oesterr. Bot. Z. XXI N. 2, XXIII N. 6 S. 190). Wer diese Verhältnisse mit Aufmerksamkeit verfolgt hat, wird sich schwerlich dem Eindrucke entziehen können, dass es Hybride sind, welche zu selbständigen Arten (Blendarten) geworden sind.

Ein werthvolles Kennzeichen der Hybridität besteht in der Verbildung und Verkümmerung, welche ein Theil der Pollenkörner zu erfahren pflegt. Alle Bastarde und Blendarten haben einen mehr oder weniger unregelmässig gebildeten Blüthenstaub. Dieselbe Erscheinung treffen wir indess bei manchen Arten an, für deren hybriden Ursprung wir sonst keinerlei Andeutungen haben und die wir geradezu von ausgestorbenen Stammeltern ableiten müssten. Es bietet daher die Verbildung des Pollens zwar einen Fingerzeig, der auf die Möglichkeit einer hybriden Abstammung hindeutet, dieselbe aber nicht unbedingt beweist[1]). Indess dürfte

---

1) Wichura hält die Verbildung des Pollens für ein Zeichen mangelhafter Accommodation; richtiger scheint es mir statt dessen zu sagen: geschwächter Constitution. Eine solche, mit Verkümmerung verbundene Schwächung der Constitution tritt bei manchen Pflanzen ein, wenn sie in ein ihnen nicht zuträgliches, namentlich ein kühleres Klima versetzt, oder wenn sie lange Zeit nur auf vegetativem Wege vermehrt werden (diese Ursache ist vielleicht auch für manche Rubi zutreffend). In andern Fällen, in denen die Ursachen der

eine sorgfältigere Benutzung dieses Merkmals doch überraschende Thatsachen an's Licht ziehen. Von den deutschen Rubus-Arten und Racen fand ich nur bei folgenden einen völlig regulären Blüthenstaub: R. ulmifolius Schott f. (R. discolor Aut. mult.), R. tomentosus Borkh., R. caesius L., R. Idaeus L., R. saxatilis L. — R. Chamaemorus L. konnte ich noch nicht untersuchen. Nun sind die genannten sechs Rubi die einzigen deutschen Arteu, deren Verbreitung bis nach Asien oder Nordafrika reicht. Meine Beobachtungen über die Rosen sind weniger vollständig, indess fand ich bis jetzt einen regulären Pollen bei Rosa alpina L., R. pimpinellifolia L., R. arvensis Huds., R. sempervirens L. und R. gallica L. Man wird wiederum zugeben, dass unter den europäischen Rosen gerade diese Arten die geschlossensten und am weitesten verbreiteten sind. Von den Weiden haben nach Wichura alle Hybride einen irregulären Pollen, alle echten Arten, ausser Salix fragilis L., einen regulären; nur bei S. triandra kommen einzelne Individuen mit irregulärem Pollen vor. Ich kann diese Erfahrung bestätigen, doch verhält sich S. repens wie S. triandra, während der Pollen von S. purpurea × repens oft kaum Spuren von Irregularität zeigt. — Diese Thatsachen führen zu der Vermuthung, dass die Polymorphie bei Rosa und Rubus (auch wohl bei Hieracium und Centaurea) auf Hybridisationen beruht. Man würde indess bei Durchführung dieses Gedankens einerseits viele ausgestorbene Stammarten annehmen, andererseits die Idee einer dauernd verminderten Fruchtbarkeit der Blendarten aufgeben müssen. Die Annahme ausgestorbener Stammarten wird man wohl nicht eher als zulässig betrachten können, als bis auch andere Gründe dafür aufgefunden worden sind. Die Sache mag sich indess verhalten, wie sie will; jedenfalls sprechen sehr gewichtige Gründe dafür, dass in den genannten Gattungen Kreuzungen einen wesentlichen Antheil an der Erzeugung der vorhandenen, völlig beständigen Racen gehabt haben.

---

constitutionellen Schwäche unbekannt sind, ist die Verbildung des Pollens von Leucismus (weisser Blüthe in buntblüthigen Artengruppen) begleitet. Leucismus ist aber auch als ein Zeichen constitutioneller Schwäche aufzufassen; viele Arten ändern sehr leicht in Weiss ab und diese Abänderungen scheinen oft sehr samenbeständig zu sein. Trotzdem sind die weissen Varietäten in der Regel vereinzelte Erscheinungen. — Dass mit dem Ausdruck „geschwächte Constitution“ keine Erklärung gegeben, vielmehr nur die Gruppe von Thatsachen angedeutet ist, zu welcher die Erscheinung gehört, bedarf kaum der Erwähnung.

Durch diese Thatsachen wird man unwillkürlich an die Erfahrungen der Gärtner erinnert. So lange man eine Art nur in einer einzigen Race oder Form besitzt, ist es in der Regel schwer, Abänderungen davon zu erhalten. Bekommt man eine zweite Form, die sich mit der ersten kreuzen lässt, so ist die Möglichkeit von Abänderungen geboten, denn die Producte erweisen sich nun als äusserst bildsam, sie variiren unter dem Einflusse von Boden, Klima, Kreuzung u. s. w. Die entstehenden Abänderungen können einander bald viel unähnlicher werden, als die Stammeltern sind. Es liegt daher der Gedanke nahe, ob die Bildsamkeit der Blendlinge, welche die Entstehung von besonders gut accommodirten Abänderungen begünstigt, nicht eine reiche Quelle neuer Arten ist. Betrachten wir artenreiche Gattungen, so finden wir, dass die Formenkreise derselben in gewissen Gegenden gehäuft vorkommen, dass sie dann in grösserer Entfernung seltener werden, bis zuletzt nur eine einzelne Art die Gattung an den Grenzen ihrer Verbreitung vertritt. Wäre nun die Entstehung von Abänderungen eine Folge klimatischer Verhältnisse, so müssten diejenigen Arten, welche dem Verbreitungsmittelpunkte am weitesten entrückt sind, auch die abweichendsten und veränderlichsten sein. Dieselben sind nun aber in Wirklichkeit gerade die beständigsten. Da wo die Arten gehäuft sind, kommen auch die Zwischenformen und anscheinenden Varietäten in grösster Zahl vor, so dass Jeder, der sich näher mit der Sache beschäftigt, den Eindruck empfangen muss, dass die Arten in denjenigen Gegenden ihre Bildungsstätte haben, wo sie in grösster Zahl neben einander wachsen. Die Kreuzung scheint das bildungsfähige Material zu liefern, aus dem durch den Einfluss der äusseren Verhältnisse die Arten hervorgehen. Man hat nicht so sehr an wirkliche Bastarde als Stammväter der neuen Arten zu denken, als an Modificationen, welche die vorhandenen Arten unter dem Einflusse der Kreuzung (Absorption der Bastarde) erleiden. Nach dieser Vorstellung müssen stets neue Abänderungen und Racen entstehen, die durch Inzucht constant werden können, unter Umständen aber mit verwandten Racen Kreuzungen eingehen, die dann bildungsfähiges Material zur Entstehung fernerer neuer Formen liefern.

Die Arten, welche man durch das Studium der morphologischen Verhältnisse und der von der Natur gegebenen Abgrenzungen erhält, fallen keineswegs mit denjenigen Arten zusammen, welche durch die Kreuzungen angezeigt werden. Wie bereits erwähnt, hat Caspary die Nymphaea studirt; er war nach Unter-

suchung der Formen unserer einheimischen Seerosen zu dem Resultat gekommen, es gebe nur eine einzige trefflich umgrenzte europäische Species: Nymphaea alba L. Als er nun aber die beiden ausgeprägtesten Formen kreuzte, fand er, dass die Hybriden nicht vollkommen fruchtbar sind. Er änderte demgemäss seine Ansicht, indem er nun annahm, der weite Formenkreis der N. alba bestehe aus zwei verschiedenen Arten. Es wird aber nothwendig sein, die übrigen Formen mit jenen beiden Arten zu kreuzen. Ganz analoge Verhältnisse wie bei Nymphaea finden sich bei vielen andern vielracigen Formenkreisen, so dass eine sorgfältige Untersuchung des Verhaltens der einzelnen Racen zu einander eine sehr wichtige Aufgabe ist. Angenommen, es giebt von einer Pflanzenart (in weiterem Sinne) drei Hauptformen a, b und c; der Bastard a × c zeigt eine verminderte Fruchtbarkeit. Nun kann sich b verschieden verhalten; entweder ist die Fruchtbarkeit von a × b und b × c ebenfalls vermindert, dann ist nach der Doctrin auch b eine besondere Art; oder es ist nur eine der beiden Formen a × b oder b × c nicht völlig fruchtbar, dann ist b eine Varietät derjenigen Form, mit der es sich völlig fruchtbar kreuzen lässt; oder a × b und b × c sind beide vollkommen fruchtbar, dann ist die Doctrin falsch. Man hat in dieser Richtung noch nicht planmässig experimentirt, obgleich es nicht schwer sein dürfte, geeignetes Material zu finden. In einem wissenschaftlichen Versuchsgarten würde diese wichtige Frage unschwer zu lösen sein.

Fragen wir nun, was wir durch die Betrachtung der Verhältnisse der Bastarderzeugung für den Artbegriff gewonnen haben, so werden wir zunächst gestehen, dass es noch an Untersuchungen fehlt, die bestimmt nachweisen, wo in Gruppen nahe verwandter Formen die Grenzen der völlig fruchtbaren Kreuzung liegen. Sobald man nur die ausgeprägten Formen vergleicht, sind die Artunterschiede unstreitig vorhanden und offenbaren sich auch bei der Kreuzung. Aber die Zwischenstufen, die man so vielfach vernachlässigt hat, sind in ihrem Verhalten zu den bekannteren Haupttypen kaum je geprüft worden. Es ist nun aber unbedingt erforderlich, auch die Zwischenstufen zu untersuchen, um zu einem bestimmten Urtheil über den Werth der aus den Kreuzungsverhältnissen entlehnten Artmerkmale zu gelangen. Sicher muss aber die aus der Untersuchung von Nymphaea alba entnommene Lehre dahin führen, dass man entweder die durch morphologische Charaktere und die Umgrenzbarkeit gewonnenen Arttypen in Frage

zieht, oder dass man die Verhältnisse der Kreuzung nicht als entscheidend über den Artwerth betrachtet.

Unsere Kenntnisse über die Kreuzungen sind noch äusserst lückenhaft, so dass ein botanischer Versuchsgarten, ganz abgesehen von der bereits bezeichneten einzelnen Frage, in der Vornahme von Kreuzungsversuchen ein grosses Arbeitsfeld finden würde. Die zahlreichen Aufgaben, welche die sexuelle Affinität der Arten, die Beständigkeit der Hybriden, die Fixirbarkeit gekreuzter Racen und andere wichtige Probleme stellen, werden erst durch sehr zahlreiche genaue und vielfach abgeänderte Versuche der Lösung nahe geführt werden können. Eine unbefangene Würdigung der bis jetzt bekannten Thatsachen wird kaum ein anderes Ergebniss liefern, als dasjenige, zu welchem bereits NAUDIN gelangt war, nämlich, dass zwischen den einzelnen Formenkreisen alle möglichen Abstufungen der sexuellen Vewandtschaft vorkommen. Wir müssen nachdrücklich betonen, dass die herkömmlichen Meinungen über die Bastarde, ihre Unfruchtbarkeit, Unbeständigkeit und ihr baldiges Erlöschen durch zahlreiche Erfahrungen auf's Tiefste erschüttert oder vollständig unhaltbar gemacht worden, sowie, dass die Thatsachen der Bastardbefruchtung, wie NAUDIN erkannte, mit der Idee der absoluten und constanten Species völlig unvereinbar sind.

Ehe wir nun diese Untersuchungen abschliessen, wollen wir noch einige Artengruppen aus der europäischen, insbesondere der deutschen Flora zusammenstellen, welche wir denjenigen Botanikern zum speciellen Studium empfohlen haben möchten, welche glauben, dass die schlecht umgrenzten Arten so selten sind. Euphrasia, Thymus, Rosa, Rubus und die verschiedenen Baumgattungen sind bereits mehrfach erwähnt worden; ausserdem seien genannt: Thalictrum, Anemone (Pulsatilla, alpina, coronaria u. s. w.), Batrachium, Ranunculus montanus Willd. R. acer L., R. polyanthemos L. u. s. w., Helleborus, Caltha, Aconitum, Aquilegia, Papaver alpinum L., P. Rhoeas L., P. dubium L., Fumaria, Cardamine hirsuta L., Erysimum, Brassica, Cochlearia, Draba, Alyssum, Iberis, Thlaspi, Helianthemum vulgare Gaertn., Viola odorata L., V. hirta L., V. canina L., V. tricolor L., Polygala, Frankenia, Dianthus, Cerastium, Arenaria, Alsine, Lepigonum, Erodium, Genista, Cytisus (Tubocytisus), Ononis, Anthyllis vulneraria, Medicago, Trifolium filiforme L., Vicia (Cracca), V. sativa L., Prunus, Potentilla, Pirus Malus, Sorbus, Crataegus, Scleranthus, Sempervivum, Sedum Telephium L., Saxifraga (Dactyloides), Bupleurum, Galium, Scabiosa,

Aster spec. American., Filago, Senecio nemorensis L., S. Jacobaea L., Centaurea, Taraxacum, Lactuca, Crepis, Campanula rotundifolia L., Pulmonaria, Myosotis, Solanum, Scrofularia, Veronica latifolia L., V. agrestis L., Alectorolophus, Orobanche, Mentha, Calamintha, Lamium, Galeopsis, Armeria, Atriplex, Salicornia, Salsola, Suaeda, Polygonum, Rumex obtusifolius L., Thesium, Parietaria, Crocus, Colchicum, Ornithogalum, Luzula campestris, Scirpus lacustris, Carex caespitosa L., C. acuta L., Aira, Avena, Poa laxa Haenke, Festuca, Lolium, Triticum (Agropyrum). Das Verzeichniss könnte, wenn man die weniger bekannten Fälle mitrechnet, leicht verdoppelt und verdreifacht werden.

Das schliessliche Ergebniss dieser Untersuchungen über die Merkmale, durch welche man „Arten" und „Varietäten" unterscheiden zu können glaubt, besteht darin, dass weder in den morphologischen Kennzeichen, noch in der Umgrenzung der Formenkreise, noch in dem Grade der Beständigkeit, noch in den sexuellen Beziehungen eine wirkliche und natürliche Scheidung der Formenkreise in Species und Varietäten gefunden werden kann. Eine unzweifelhafte Varietät kann durch wichtige Merkmale geschieden sein (Raphanus sativus), sie kann scharf abgegrenzt sein (Datura Tatula L. var. inermis), sie kann in hohem Maasse samenbeständig sein (Ranunculus arvensis L. var. inermis) sie kann sehr unempfänglich sein gegen Kreuzung durch andere Varietäten derselben Art (Zea). Man hat nun eingewandt, dass man bei Abwägung des Artwerthes einer Form nicht eins jener Merkmale sondern die Gesammtheit berücksichtigen müsse. Dieser Grundsatz ist vollkommen richtig für Denjenigen, der nur den Betrag der Unterschiede festzustellen wünscht, welche einen Formenkreis von den nächstverwandten trennen und der je nach der Grösse dieses Betrages dem Formenkreise seinen Rang anweist, ein Verfahren, bei dem eine gewisse Willkür selbstverständlich ist. Dagegen ist es durchaus widersinnig, jedes einzelne Merkmal als unzuverlässig zu bezeichnen und trotzdem zu behaupten, die durch solche unsichere Zeichen zu erkennenden Arten seien gegebene und unveränderliche Realitäten. Man würde in diesem Falle (Wigand zeigt grosse Neigung die einzelnen Artkennzeichen der Reihe nach als unsicher zu bezeichnen) Gesetz und schrankenlose Willkür verwechseln. Die Anhänger des „absoluten" Artbegriffs haben sich bald durch weite, bald durch enge Arten, sowie durch stärkere Betonung bald des einen

bald des andern Kennzeichens für die Arten zu helfen gesucht. Es ist indess offenbar, dass der Umfang der Arten sehr verschieden ausfällt, je nachdem man die morphologischen Merkmale oder die Beständigkeit oder die Fruchtbarkeit der Kreuzungsprodukte zur Abgrenzung benutzt. Was wir bisher über die sexuellen Beziehungen der verschiedenen Pflanzenformen zu einander wissen, ist ziemlich ungenügend, macht jedoch die Brauchbarkeit dieses Verhaltens für die Zwecke der Systematik äusserst unwahrscheinlich. Die Benutzung der morphologischen Merkmale zur Umgrenzung der Arten wird immer der Willkür der Auffassung weiten Spielraum lassen. Vielfach werden Convenienz oder, wenn man lieber will, jener vielgerühmte „Tact" den Umfang der Arten bestimmen. Man findet genau dieselben Schwierigkeiten vor, welche sich bei Umgrenzung der Gattungen und Familien herausgestellt haben. Da man allgemein darüber einverstanden ist, dass unbeständige Formen nicht als Arten zu betrachten sind, so würden sich die natürlichsten Arten auf den ersten Blick bei ausschliesslicher Rücksichtnahme auf die Beständigkeit ergeben. Das Unpraktische, diesen Gesichtspunkt als einzig maassgebend für die Nomenclatur zu betrachten, liegt indess auf der Hand. Soll man nur die Beständigkeit bei Inzucht prüfen? Dann wird sich vielleicht manches Merkmal als beständig erweisen, welches nur unter ganz besondern Umständen wahrnehmbar ist; noch schwieriger wird es sein, umgekehrt die Unbeständigkeit solcher Merkmale nachzuweisen. Prüft man die Beständigkeit bei freier Kreuzung, so kommen wieder die verwickelten und wahrscheinlich in hohem Grade von Nebenumständen abhängigen Erscheinungen der Bastardbefruchtung in Frage. Ferner kann es wohl kaum zweifelhaft sein, dass enge Formenkreise, welche in einer Gegend als beständige Racen erscheinen, in einer andern durch zahllose Uebergänge in einander fliessen.

Wir mögen die Sache anfangen, wie wir wollen, so werden wir doch niemals solche Arten erhalten, welche wirklich der Doctrin entsprechen. Der Lokalbotaniker wird freilich nicht begreifen können, wie man eine solche Behauptung aufzustellen wagen kann. Er sieht, wie oben erwähnt, fast lauter gute Arten um sich herum und glaubt, dass die wenigen Ausnahmefälle die Regel nicht zu erschüttern vermögen. Allein jede Gegend bedingt Abänderungen, eine Thatsache, von der sich die sammelnden Botaniker bald überzeugen würden, wenn sie sich auf Reisen mehr mit den ihnen vertraut scheinenden, als mit den ihnen völlig fremden Pflanzenformen beschäftigen wollten. Je weiter man die einzelnen bekannten

„Arten" in ihrer Verbreitung verfolgt, um so grösser wird die Zahl jener eben erwähnten „Ausnahmefälle" werden; die schlecht umgrenzten Arten zeigen sich in andern Ländern auch in vielen solchen Gattungen, in denen man in der Heimath nur „gute Arten" zu sehen gewohnt war. Allerdings bleibt immer noch eine erhebliche Anzahl „guter Arten" übrig, aber doch nicht genug, um darauf irgend welche Hypothesen von allgemeiner Gültigkeit zu bauen. Die Systematiker, welche sich mit der Untersuchung ausländischer Pflanzen beschäftigen, von denen sie nur getrocknete Exemplare zu sehen bekommen, sind bei ihren Bestimmungen nur auf morphologische Merkmale angewiesen und halten daher unbedingt an dem weiten Artbegriff fest. Die Botaniker dagegen, welche sich vorzugsweise dem Studium der einheimischen Flora znwenden, sind sehr geneigt, die Racen für die wahren Arten zu halten. Man wird schliesslich bei genügender Formenkunde von jedem Standpunkte aus zu der Einsicht gelangen, dass ein grosser Theil der vorhandenen Pflanzenformen sich nur künstlich und willkürlich in Arten eintheilen lässt, dass es aber andererseits wirklich gut umgrenzte natürliche Arten giebt, dass dieselben jedoch nicht relativ häufiger sind als die natürlichen Gattungen und Familien. Man wird demnach aus dieser Thatsache keine Schlussfolgerungen ziehen dürfen, welche nicht auch auf Gattungen und Familien anwendbar sind. Wenn Thalictrum aquilegifolium L. und Rosa alpina L. absolute und constante Species sind, so sind Thalictrum und Rosa auch absolute und constante Gattungen, die Ranunculaceen und Rosaceen absolute und constante Familien. Die Species hat somit vor den weiteren Formenkreisen Nichts voraus, aber ebenso wenig vor den engeren. Wir werden nämlich zugeben müssen, dass sich der Beweis für den genetischen Zusammenhang der verschiedenen unter den w e i t e n Artbegriff zusammengefassten Formen nicht auf experimentalem Wege führen lässt; man erinnere sich an Homo sapiens und ähnliche Formenkreise.

Wer die Species als einen in sich geschlossenen Bildungstypus festhalten will, wird den Artbegriff auf die engeren constanten Formenkreise zu übertragen suchen. Es ist indess erforderlich, sich über diese Auffassungsweise und ihre Consequenzen vollkommen klar zu werden. H. Hoffmann (Untersuchungen zur Bestimmung des Werthes von Species und Varietät S. 22) erkennt, gleich Jordan, in der Beständigkeit das einzige entscheidende Merkmal der Art, so dass jeder Formenkreis, der eine genetische Einheit darstellt, also jede constante Race, eine besondere Species bildet.

Diese Auffassung hat den Vorzug der theoretischen Klarheit, Einfachheit, Bestimmtheit und Folgerichtigkeit. Allein es entsteht nun die Frage, wie die Beständigkeit erkannt werden soll. Hoffmann erklärt die Adonis aestivalis citrina und Atropa Belladonna lutea ihrer Beständigkeit wegen für besondere Arten (a. a. O. S. 169); es ist indess nicht abzusehen, wie diese Pflanzenformen, deren Entstehung man nicht kennt, mit irgend welcher Sicherheit von solchen samenbeständigen Abänderungen unterschieden werden sollen, deren zufälliges plötzliches Entstehen wirklich beobachtet worden ist. Wenn man die beständigen Racen als Arten betrachtet, so wird man auch die Racen der Gattung Homo als verschiedene Arten anerkennen müssen. Sollte man glauben, dass etwa die Zwischenformen ein Hinderniss für diese Trennung seien, so würde mit dem Aussterben der Uebergangsglieder dies Hinderniss verschwinden, man würde also entweder die Möglichkeit des Verschwindens von Zwischenformen leugnen oder die Thatsache anerkennen müssen, dass eine Stammart sich in zwei neue Species spalten kann. Homo ist übrigens nur ein Paradigma für zahlreiche andere minder allgemein bekannte Fälle; dahin gehören z. B. Euphrasia officinalis, Viola tricolor, Campanula rotundifolia, Thymus Seppyllum, Draba verna u. s. w. — Man wird ferner die Frage nicht umgehen können, aus wie viel Arten oder Racen denn eigentlich ein solcher weiter Formenkreis besteht. Sind Neger und Weisse verschiedene Arten, so tritt die Frage an uns heran, was denn eigentlich diejenigen Menschen sind, welche weder zu den Negern noch zu den Weissen gehören. Genau dieselbe Schwierigkeit finden wir auch in der Pflanzenwelt, wenn wir z. B. vom weissblüthigen Papaver dubium der Donauländer zum rothblüthigen P. collinum Bogenh., zu P. modestum Jord., P. Lamottei Bor., P. Lecogii Lmtte., P. intermedium Beck., P. strigosum Boenningh., P. Rhoeas L., P. Rhoeas var. hispidissima Gaud., P. Rhoeas var. Cormiti Hort., P. sinense Weinm. fortschreiten. In überaus zahlreichen Fällen wird man solche Uebergangsformen und Zwischenformen antreffen, die eine klare Abgrenzung der Racen unmöglich machen; man sieht die Formenkreise hier ineinanderfliessen, dort auseinandergehen. Auch über das Schlussergebniss darf man sich nicht täuschen: man wird selbstverständlich auch in der Race keinen wirklich einheitlichen Typus erhalten. Man erinnere sich z. B. an die weissblüthigen und die gelbblüthigen Formen, welche sich bei mehreren Verbascum-Typen finden; dieselben sind im Allgemeinen samenbeständig und kreuzen sich nur schwierig.

Der Anhänger des engen Artbegriffs wird meistens nach solchen Kennzeichen den Artwerth abwägen. Nun sollen nach einzelnen Beobachtern die Farbenvarietäten nicht auf allen Bodenarten constant sein; es fragt sich freilich, ob die bemerkten Schwankungen vielleicht durch Kreuzung bedingt waren. Die Thatsachen mögen sich nun verhalten wie sie wollen, sie stimmen jedenfalls schlecht zu der Idee von der Unwandelbarkeit der Art. Sind die weissen und gelben Verbasca verschiedene Arten, so wird die Thatsache, dass verschiedene Sammelarten sich ganz gleichmässig in je zwei genau analoge Racen-Arten spalten, die Idee eines genetischen Zusammenhanges dieser Racen unabweislich nahe legen; man wird zugleich an die bereits besprochenen Farbenabänderungen bei Polygala und ähnliche Variationen (Raphanus, Brassica, Phyteuma, Thalictr. aquilegifolium) erinnert. Nimmt man umgekehrt an, dass die weissen und gelben Formen der Verbasca nur e i n e Art bilden, so fehlt jeder genügende Grund, die Farbenabänderungen bei Atropa, Adonis, Zea u. s. w. als verschiedene Arten zu betrachten; man wird ferner einsehen müssen, dass man für die Theorie der constanten Art wenig gewinnt, wenn man trotz der Annahme enger Formenkreise keine einheitliche aus gleichwerthigen Organismen zusammengesetzte Species erhält. Der Pollen wie die Samen der weissen und gelben Formen von Verbascum sind ungleichwerthig. Ebenso wenig homogen sind die Arten zusammengesetzt, welche aus zahlreichen, fast beständigen Varietäten bestehen, so z. B. die cultivirten Bohnen, Mais, Waizen u. s. w. Die absolute und constante Species ist daher auch in den Racen-Arten schwerlich zu finden und wenn man sie gegenwärtig noch darin sucht, so wird dies nur dadurch möglich, dass über das Wesen der Varietäten noch so viel Unklarheit herrscht. Die Aufgabe der Zukunftssystematik ist das Studium der Racen und der wandelbaren Abänderungen; es ist keine Kunst, die durch deutliche Merkmale ausgezeichneten Sammelarten von einander zu unterscheiden, während die Erforschung der biologischen Eigenschaften der engsten Formenkreise nothwendig zu klaren Vorstellungen über das Wesen der organischen Typen und die Entwickelungsgeschichte der organischen Natur führen muss. Offenbar werden aber sehr vielseitige Untersuchungen über die Wirkung von Boden, Klima und Kreuzung erforderlich sein, um die gegenseitigen Beziehungen ähnlicher Formen zu einander vollständig kennen zu lernen.

Es lassen sich den heutigen Botanikern, abgesehen von zahlreichen vermittelnden Richtungen, vier verschiedene Auffassungen

des Artbegriffs unterscheiden, indem sowohl Diejenigen, welche an die Umwandlungsfähigkeit der Arten glauben, als auch die Anhänger des Begriffs der constanten Species entweder weite oder engbegrenzte Arten annehmen können. Die Frage nach dem Umfange der Arten haben aber für die Darwinianer eigentlich nur eine formale Bedeutung. Was Kerner Arten nennt, bezeichnet Hooker als Unterarten; es handelt sich hier um eine Zweckmässigkeitsfrage, die der Systematiker verschieden zu beantworten pflegt, je nachdem er sich mit einheimischen oder mit ausländischen Gewächsen beschäftigt. — Durchaus unvereinbar sind aber die Ansichten Derer, welche entweder die weiten oder die engbegrenzten Arten für die constanten Species halten. Der Umfang der Arten ist nach Hooker und nach Regel ziemlich derselbe, und ebenso nach Kerner und nach Jordan. Die Principien Jordan's und Regel's sind aber einander völlig entgegengesetzt. Sind Jordan's Arten die wahren constanten Species, so können es die Regel'schen nicht sein und umgekehrt. Die Argumente, welche diese beiden Botaniker für die Constanz ihrer Species vorbringen, heben sich gegenseitig auf, während die Entwickelungstheorie alle diese Gegensätze vermittelt und erklärt.

Noch ein Wort ist über den sogenannten mittleren Artbegriff zu sagen, der im Grunde Nichts weiter ist, als eine Accommodation an das mittlere Unterscheidungsvermögen der Systematiker. Man unterscheidet, was sich bequem unterscheiden lässt und was nicht durch allzu zahlreiche Uebergänge verbunden scheint. Für dies Verfahren lassen sich praktische, der Anpassung an das menschliche Fassungsvermögen entlehnte Gründe geltend machen; eine andere wissenschaftliche Rechtfertigung dieses Standpunktes ist aber nicht möglich, auch wohl kaum je ernstlich versucht worden. Es ist Nichts dagegen einzuwenden, wenn man mittelweite Arten als Hülfsmittel für das Gedächtniss für nützlich hält, nur darf man nicht glauben, dass solche Formenkreise sofort ein wirklich einheitliches und unveränderliches Ganzes bilden, sobald man sie in die Bücher aufgenommen hat. Eine feste Regel für die Grenzen solcher mittelweiter „Arten" giebt es nicht, so dass der vielgerühmte „Tact" der Meister der Systematik vollen Spielraum findet, sich zu bewähren, indem er nur solche Formenkreise unterscheidet, die den meisten seiner Zeitgenossen als annehmbare „Species" erscheinen.

Was man bisher Varietäten genannt hat, besteht aus Formen von höchst ungleichem Werth und ungleicher Constanz. Will man

den Ausdruck Varietät als einen generellen beibehalten, so darf man wenigstens nicht mehr die constanten Racen darunter begreifen. Ich halte es für zweckmässig, den weiteren Artbegriff, wie er bisher in der Regel aufgefasst wurde, beizubehalten. Allerdings scheint in einigen Zweigen der beschreibenden Naturforschung, z. B. in der Ornithologie, der Racenbegriff an die Stelle des Artbegriffs getreten zu sein. Es mag dieses Verfahren eine Folge mit vorgeschrittener Specialkunde sein, ist aber doch in andern Zweigen der Zoologie und in der Botanik schwerlich als nachahmungswerth zu empfehlen. Für die Botanik eignet sich am meisten das von Hooker und Celakovsky vorgeschlagene Verfahren, nämlich die Annahme weiter, morphologisch abgegrenzter Species und innerhalb derselben das Festhalten constanter Racen, seien sie nun durch bedeutende, seien sie durch unerhebliche Merkmale geschieden. Die Racen erhalten vollgültige Speciesbenennungen, die in der nämlichen Gattung nicht für andere Racen oder Arten benutzt werden dürfen. Scrofularia aquatica L. wird z. B. die Racen S. Balbisii Hornem., S. cinerea Du M., S. Neesii Wirtg., S. umbrosa Du M. umfassen; Quercus Robur L. die Racen Q. sessiliflora Sm., Q. pedunculata Ehrh. und Q. pubescens Willd. einschliessen, jede dieser Racen hat nun aber unzählige Spielarten, über deren Samenbeständigkeit freilich wenig bekannt ist und die man daher vorläufig einfach als Varietäten aufführen muss. Die Bentham'schen, Regel'schen oder Neilreich'schen Arten werden nach diesem Grundsatze die Species, die Jordan'schen, Kerner'schen oder Hoffmann'schen werden die Racen. Die praktische Durchführung des Gedankens, freilich ohne theoretische Begründung, ist von J. D. Hooker versucht, er sagt darüber: „The adoption of sub-species will, J hope, prove generally acceptable, though open to abundant criticism in detail; indeed in a good many cases this subdivision is almost purely arbitrary" (Hook. Stud. Fl. Brit. Isl. 1870 pag. VI). Man wird indess zugeben, dass die Willkür in der Anwendung des Verfahrens wesentlich vermindert wird, wenn man nach den hier entwickelten Ansichten völlig verschiedene Grundsätze für die Abgrenzung von Arten und von Racen annimmt. Kein anderes Verfahren giebt irgend mehr Aussicht auf Durchführbarkeit ohne Willkür. Sollte ein derartiges die Willkür ausschliessendes Schema erfunden werden, so könnte allerdings der Beweis für die Existenz der Species als geführt betrachtet werden; der Mangel eines genetischen Zusammenhanges würde damit freilich noch nicht erwiesen sein, weil bekanntlich auch die

Abänderungen häufig sprungweise auftreten. Ein entschiedener Vorzug des Hooker'schen Verfahrens besteht darin, dass es völlig voraussetzungslos einfach den beobachteten Thatsachen gerecht zu werden sucht, also streng empirisch ist, während die Doctrinäre durch ihre Hypothese von der absoluten und constanten Species von vornherein eine Fälschung in die Natur hineintragen.

Wir werden uns keineswegs die Schwierigkeiten verhehlen, die einer Durchführung der hier vorgeschlagenen Gruppirung der Formen entgegenstehen. Es giebt Formenkreise, die durch ihr örtlich beschränktes Vorkommen, durch ihre gemischten morphologischen Charaktere, durch biologische Eigenthümlichkeiten u. s. w. einerseits als unselbständig und gewissermaassen unfertig erscheinen, andererseits sich auch den weiteren Arttypen nicht ungezwungen als Racen einordnen lassen, ohne den Artcharakter zu verwischen. Man mag diese Nebenarten, die vielleicht meistens „Blendarten", d. h. beständige Arten hybriden Ursprungs, sind, behandeln, wie man will; es wird möglich sein, sie zu kennzeichnen ohne all zu viele Stufen des Artwerths in die Systematik einzuführen, wodurch die Uebersichtlichkeit leiden würde. Im Uebrigen wird festzuhalten sein, dass die Gattung durch den Bau von Blüthe und Frucht, die Art durch andere morphologische Merkmale, die Race dagegen durch die Beständigkeit in der Folge der Generationen charakterisirt wird. Die biologischen Merkmale lassen sich noch nicht genügend in der Systematik verwenden; erst ein streng wissenschaftliches Studium, wie es ein Versuchsgarten ermöglichen würde, kann uns über ihre Bedeutung aufklären. Wir dürfen nun aber nicht glauben, dass die heutige Systematik bereits einigermaassen dem wirklichen genealogischen Zusammenhange der Formenkreise entspricht. Die ausschliessliche Benutzung der von Blüthe und Frucht entlehnten Merkmale für die Umgrenzung der Gattungen ist unstreitig wenig naturgemäss; Niemand wird z. B. glauben, dass Potentilla Fragariastrum Ehrh. mit der P. fruticosa L. oder P. anserina L. in einem näheren genetischen Zusammenhange steht, als mit der zu einer andern Gattung gerechneten Fragaria vesca L. Ungleich schwieriger gestalten sich die Verhältnisse bei den Verwandtschaftsbeziehungen der Familien. Empetrum z. B. zeigt eine unverkennbare physiognomische Aehnlichkeit mit den Ericineen; bis vor Kurzem wurde nun der Systematiker dringend davor gewarnt, zu glauben, dass diese Aehnlichkeit mehr als eine Zufälligkeit sei, da Empetrum den Euphorbiaceen angereiht werden müsse. Neuerdings hat man sich aber doch wieder überzeugt,

dass die Verwandtschaft zu den Ericineen eine ziemlich innige ist. Ferner ist es sehr zweifelhaft, ob nicht Aenderungen im Blüthen- und Fruchtbau eben so leicht vor sich gehen, wie Aenderungen im übrigen typischen Aufbau der Gewächse. Beispielsweise zeigt die Gattung Weinmannia habituell eine grosse Aehnlichkeit mit Lycopus oder Mentha, also eine Saxifragacee mit einer Labiate. Nach dem Blüthenbau ist Weinmannia unzweifelhaft eine nahe Verwandte von Saxifraga, aber es darf durch Anerkennung dieser Thatsache nicht die Untersuchung darüber abgeschnitten werden, welche Bedeutung die Aehnlichkeit des ganzen vegetativen Aufbaues von Weinmannia und Lycopus hat. Eine nähere Erörterung dieser Fragen würde vom Thema abführen; es scheint jedoch wünschenswerth, darauf hinzuweisen, dass unser heutiges Pflanzensystem noch weit davon entfernt sein dürfte, ein Ausdruck für die wahren genealogischen Beziehungen zu sein. Es gilt diese Behauptung namentlich von den Dicotyledonen.

Der Artwerth (spéciéité nach Naudin) eines Formenkreises kann niemals an und für sich, sonderen stets nur unter Bezugnahme auf andere Formenkreise bestimmt werden, er ist daher kein absoluter, sondern ein relativer Begriff. Beispielsweise stehen die deutschen Nieswurzarten Helleborus niger L., H. viridis L., H. odorus W. et K., H. atrorubens W. et K., H. dumetorum W. et K. und H. foetidus L. nicht gleichwerthig neben einander, sondern Jedermann weiss, dass Helleb. niger L. und H. foetidus L. sich viel weiter von den vier andern Formen entfernen als diese unter sich. Man kann dies Verhältniss dadurch ausdrücken, dass man diese letzten als Subspecies einer einzigen Sammelspecies auffasst. Nun stehen sich aber H. atrorubens W. et K. nnd H. odorus W. et K. einander wiederum näher als den andern beiden Formen; man kann also auch aus den vier Formenkreisen drei Species machen, von denen die eine zwei verschiedene Racen umfasst. H. atrorubens W. et K. würde somit den geringsten Artwerth haben, aber dies ist nur der Fall, weil H. odorus W. et K. existirt. Würde von jenen 4 Subspecies H. atrorubens allein vorhanden sein, so würde der Artwerth dieses Formenkreises derselbe sein wie der von H. niger L. und H. foetidus L. Der Artwerth bezeichnet somit nur die Verwandtschaftsstufe zweier Formenkreise. Nun giebt es aber nach den vorstehend vertretenen Anschauungen alle denkbaren Stufen der Verwandtschaft, eine Thatsache, für welche am entschiedensten die Versuche der Hybridenzüchter Herbert und Naudin sprechen, die sich beide — bevor

von Darwin's Lehre die Rede war — überzeugten, dass alle Mittelstufen zwischen den Begriffen der Art und der Varietät vorhanden sind und dass es durchaus willkürlich ist, wo man die Grenzlinie annimmt. Für die formale Darstellung werden wir stets künstlicher Unterscheidungen bedürfen, also Grenzen in die Natur hineintragen müssen, welche in Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Es lässt sich nun einmal nicht verhindern, dass jeder Gewinn an Uebersichtlichkeit einen Verlust an Wahrheit bedingt. Wir werden indess unsere Systeme möglichst so einzurichten haben, dass nicht, wie es bisher der Fall war, die Meinung Wurzel schlagen kann, das System sei die Wahrheit selbst.

Gleichwie der Artwerth einer Species ist auch ihre Beständigkeit nur relativ. Die Unterschiede, welche sich innerhalb kurzer, insbesondere historischer Zeit zwischen zwei Formenkreisen herausbilden können, erlangen nicht leicht den erforderlichen Grad von Beständigkeit, um die Formenkreise als wesentlich verschieden erscheinen zu lassen. Nur im Laufe vieler Generationen, und unter dem Einflusse der (relativen) Inzucht und längerer Accommodation an unveränderte äussere Verhältnisse, vermögen die Charaktere eines Formenkreises sich hinreichend zu befestigen. Die Organismen jedes Formenkreises hängen nicht allein genealogisch zusammen, sondern sie gehören auch zu einem sexuellen Verbande, indem die einander functionell entsprechenden Individuen einander morphologisch und sexuell gleichwerthig sind. Die morphologische und sexuelle Gleichwerthigkeit ist nicht mehr vorhanden zwischen Organismen, die verschiedenen Formenkreisen angehören, aber die Betrachtung der bekannten vorstehend besprochenen Thatsachen führt uns mit zwingender Nothwendigkeit zu der Vorstellung, dass die verschiedenen Formenkreise nicht unvermittelt neben einander bestehen, dass vielmehr ein enger genetischer Zusammenhang zwischen ihnen vorhanden ist.

Wie bereits hervorgehoben ist, erscheinen innerhalb enger geographischer Bezirke die Formenkreise meistens als scharf gegen einander abgegrenzt, weil in jeder einzelnen Gegend die nächstverwandten Modificationen, mögen sie an Ort und Stelle entstehen oder einwandern, im Laufe der Zeit zu einer einzigen unter den gegebenen Umständen besonders lebensfähigen Race verschmelzen werden. Es bilden sich aber häufig auch desshalb grössere Lücken zwischen den Formenkreisen, weil bei den wechselnden Schicksalen, welche die Arten im Laufe geologischer Epochen erlitten

haben, vielfach zahlreiche Typen grosser und weite Formenkreise zu Grunde gegangen sind, so dass bald gar keine, bald nur vereinzelte Repräsentanten sich bis zur Gegenwart erhalten haben. Die gegenwärtig isolirt erscheinenden Typen sind als die letzten Vertreter tertiärer Artengruppen aufzufassen. Bei der verhältnissmässigen Seltenheit fossiler Reste wird die Richtigkeit dieser Vorstellung für die isolirten Pflanzenformen allerdings nicht oft im speciellen Falle auf directem Wege nachgewiesen werden können. Man darf sich indess mit vollem Rechte zunächst auf die entsprechenden Erscheinungen in der Thierwelt berufen und kann die Erfahrungen, welche z. B. das Studium der Bären, Pferde und Elephanten liefert, zur Erklärung analoger Thatsachen in der Pflanzenwelt verwerthen. Es ist ferner nicht zu verkennen, dass mit der fortschreitenden Kenntniss der Tertiärflora immer deutlichere Streiflichter auf die Beziehungen der ehemaligen Arten zu den heutigen fallen. Der genetische Zusammenhang der lebenden Arten ist nur verständlich, wenn man die Stammformen, die in früheren geologischen Epochen vegetirten, berücksichtigt. Allerdings werden wir nur einen Theil derselben nach und nach wirklich kennen lernen; die Mehrzahl ist verschwunden und es lässt sich nur nach Analogieen auf ihre Eigenschaften schliessen. Die Entwickelungslehre liefert uns die allgemeinen Gesichtspunkte, durch welche es allein möglich ist, zahlreiche Reihen von Thatsachen verständlich zu machen. Manche Naturforscher sträuben sich zwar noch gegen diese Schlussfolgerungen. H. Hoffmann z. B. stellt auf S. 25 seiner Untersuchungen die Resultate zusammen, welche er durch seine Culturen erhalten hat und welche im Wesentlichen die bekannten Erfahrungen der Züchter bestätigen. Er betrachtet diese Resultate als „keineswegs günstig für die Descendenz-Hypothese". Weshalb dies der Fall sein soll, ist nicht angegeben, und die Behauptung, dass Hoffmann's Versuche genau so ausgefallen sind, wie sie nach den Anschauungen der Descendenztheorie erwartet werden können, wird schwerlich zu widerlegen sein. Ohne den Werth und die Bedeutung der Hoffmann'schen Versuche irgendwie herabzusetzen, kann man doch wohl behaupten, dass sie zu der Descendenzlehre in gar keiner Beziehung stehen. Zur Prüfung des Artbegriffs werden ganz andere Versuchsreihen nothwendig sein und zwar solche aus Formenkreisen, in denen die Grenzen von Racen und Arten nur willkürlich bestimmt werden können.

In der Regel ist die verneinende Stellung, welche manche

Naturforscher der Entwickelungslehre gegenüber einnehmen, auf psychologische Gründe zurückzuführen. Die Zähigkeit, mit welcher anerzogene Vorurtheile haften, und der Widerspruchsgeist, welcher manchen Personen eigenthümlich ist, erklären dies Verhalten wenigstens in vielen Fällen. Es ist vorstehend bereits mehrfach WIGAND's „Darwinismus“ erwähnt worden. So viel der Verfasser auch über die absolute und constante Art mittheilt, so ist doch durchaus nicht zu ersehen, welche Formenkreise er denn eigentlich für die wirklichen Arten hält. Bald ist es der enge Artbegriff, dem er Lobsprüche spendet (S. 33, Adonis citrina S. 69), bald erklärt er mit positiver Sicherheit Rubus fruticosus, im denkbar weitesten Sinne genommen, für eine gute Art (S. 23) bald feiert er gar Rosa canina als „scharf begrenzten Typus“ (S. 211). Bezeichnend für WIGAND's Verfahren ist die Erörterung auf S. 28—38, wo die ganze Argumentation auf der stetigen Verwechselung des allgemeinen Artbegriffs und des Begriffs der absoluten und constanten Art beruht, von denen der erste allerdings aus der Erfahrung stammt, der letzte dagegen am Studirtische ersonnen ist. — Von der Meisterschaft, mit welcher WIGAND die Phrase handhabt, noch ein Pröbchen: „So wird durch die Speculation die erfahrungsmässig constante Species veränderlich, und die erfahrungsmässig veränderliche Varietät constant gemacht — kurz die Species zur Varietät, die Varietät zur Species umgekehrt“ (a. a. O. S. 38). Dieser Satz, der gegen den Darwinismus gerichtet sein soll, passt vortrefflich auf die WIGAND'schen Constanz-Speculationen. Zum Beispiel: Rubus fruticosus in weitestem Sinne ist, wie erwähnt, von WIGAND besonders häufig als Muster einer wahren Species aufgeführt worden; folglich sind die engeren Formenkreise, wie R. suberectus, R. villicaulis, R. Bellardii u. s. w., in WIGAND's Sinne Varietäten. Nun ist der R. fruticosus aber nach WIGAND's Angabe (S. 17) erfahrungsmässig variabel, während die genannten engeren Formenkreise nach allen bisherigen Versuchen erfahrungsmässig constant sind. Also sagen wir: „So wird durch WIGAND's Speculation der erfahrungsmässig constante Rubus Bellardii für eine veränderliche Varietät und der erfahrungsmässig vielgestaltige R. fruticosus für eine constante Art ausgegeben“, und wie die Worte weiter lauten. Die Hohlheit der Phrasen, von denen WIGAND's Buch wimmelt, ist augenscheinlich, und können dieselben nur dem Unkundigen imponiren.

Für die Vorstellung von der absoluten und constanten Species ist in der Natur kein Anhalt zu finden; nur im Zusammenhange

mit einer andern nicht minder abenteuerlichen Idee, nämlich der Buffon'schen Kataklysmentheorie, konnte sie zu allgemeinem Ansehen gelangen. Die Fabel, dass bereits Linné an die dauernde Unveränderlichkeit der Art geglaubt habe, liess sich durch einige aus dem Zusammenhange gerissene Sätze seiner Schriften einigermaassen glaubwürdig machen, obgleich sie in Wirklichkeit völlig grundlos ist. Allerdings war es die Linné'sche Nomenclatur, welche die Entstehung jenes Artbegriffs möglich machte, jedoch nur durch Vermittelung der Denkträgheit, welche stets geneigt ist, das Wesen der Dinge mit ihrer sprachlichen Darstellung zu verwechseln.

Ein bekanntes Manöver der Gegner der Entwickelungstheorie, welches mehr von Rechthaberei als von Wahrheitsliebe zeugt, besteht darin, dass sie hervorheben, es sei noch keine Species in eine andere umgewandelt worden. Wigand drückt sich ziemlich vorsichtig folgendermaassen aus: „Es ist kein Fall bekannt, wo selbst durch Veränderung der Lebensbedingungen und durch künstliche Zuchtwahl eine Pflanzen- oder Thierform so weit abgeändert wäre, dass dadurch die scharfe Grenze zwischen ihr und einer andern Species verwischt würde" (Darwinismus S. 81). Um den Sinn zu verstehen, muss man das vieldeutige Wort Species erläutern. Auf S. 28 definirt Wigand die Species als einen „geschlechtlichen Formenkreis, welcher durch einen bestimmten Charakter ohne Uebergänge zu andern Formenkreisen scharf umschrieben ist". Der eigentliche Sinn des obigen Satzes ist also: „es ist noch nie gelungen, eine organische Form in eine solche andere Form umzuwandeln, in welche sie sich nicht verwandeln lässt." Diese Sentenz würde zwar nicht sehr geistreich sein; sucht man aber eine andere Bedeutung in Wigand's obigem Satz, so kommt einfach Unsinn heraus. Raphanus sativus und Lactuca sativa galten über ein Jahrhundert lang als „gute Linné'sche Arten"; man hat sie in andere Linné'sche Arten verwandelt und dadurch sind sie sofort zu Varietäten degradirt. Dasselbe Schicksal steht unabwendbar allen andern „guten Arten" bevor, die man in Zukunft in einander überführen wird. Der Paläontologie muss es vorbehalten bleiben, nach und nach das Material zu sammeln, durch welches die Umwandlung der Arten anschaulich dargelegt wird; auch jetzt schon werden z. B. v. Ettingshausen's Nachweise auf besonnene Beobachter ihren Eindruck nicht verfehlen.

Es ist in neuester Zeit von verschiedenen Seiten geäussert worden, dass man zwar die Richtigkeit der Descendenzlehre anerkenne, dass man dagegen die Darwin'sche Selectionstheorie ver-

werfe oder nur mit Vorbehalt annehme. Es ist nicht recht einzusehen, welche Vorstellungen eigentlich mit solchen Redensarten verbunden werden. Der Kampf um's Dasein ist keine Theorie, sondern eine Thatsache; die nothwendige Folge dieses Kampfes ist die Erhaltung der unter den jeweiligen gegebenen Verhältnissen lebenskräftigen, so wie der Untergang der unter den nämlichen Verhältnissen lebensschwachen Individuen. Den Ausdruck „Kampf um's Dasein“ kann man kritisiren, demonstrirt damit aber die Thatsache nicht weg. Wenn die heutigen Stuben-Biologen, deren Gesichtskreis nicht über den zufälligen Inhalt ihrer Bücherreole hinausreicht, sich keinen Begriff von diesen Vorgängen machen können, so ist dieser Umstand nur als eine unvermeidliche Folge der Papiergelehrsamkeit zu betrachten. Wer mit offenen Augen die Vorgänge in der Natur oder im Völkerleben beobachtet, wird in der Selection eine Macht erkennen, welche auf die belebte Natur mit derselben Nothwendigkeit einwirkt, wie die Schwerkraft auf die unbelebte. Die Auslese (Selection) kann indess nur da in Wirksamkeit treten, wo es etwas auszulesen, wo es also Unterschiede giebt; sie kann keine Aenderungen schaffen, sondern nur unter den gegebenen Abänderungen die geeignetsten begünstigen. Das Problem in der Geschichte der Artbildung liegt nicht in der Selection, sondern vielmehr auf dem Gebiete der Variation. Die Abänderungsfähigkeit ist eine unleugbare Thatsache, aber die Ursachen, welche die Abänderungen bedingen, entziehen sich grossentheils unserer Beurtheilung. Wigand hat eine „richtungslose Variabilität“ erfunden, hat dann die absonderliche Behauptung aufgestellt, diese richtungslose Variabilität sei eine unerlässliche Vorbedingung des Darwinismus, und hat schliesslich die Existenz der richtungslosen Variabilität, seines eigenen Hirngespinnstes, mit grossem Erfolge bestritten. Es ist nicht der Mühe werth, sich mit derartigen Donquixoterieen näher zu beschäftigen; vielmehr genügt es, darauf hinzuweisen, dass die Abänderungen jedes einzelnen Formenkreises in der Regel in einem oder dem andern bestimmten Sinne zu erfolgen pflegen. Zur Erläuterung des Verhältnisses von Variation und Selection diene folgendes Beispiel. Man wird es für wahrscheinlich halten dürfen, dass die Entstehung der zygomorphen Blüthen durch Druckverhältnisse in den Knospen, d. h. durch stärkeres Wachsthum der Blüthentheile in der Richtung des geringeren Druckes, bedingt ist. Es würde nun aber eine Lächerlichkeit sein, wenn Jemand behaupten wollte, die zygomorphen Blüthen seien nicht durch Selection, sondern durch Druck

entstanden. Die erste Ursache der Abänderung ist nach unserer Auffassung allerdings der Druck, allein darüber, ob die so entstandene Abänderung erhalten bleibt oder nicht, entscheidet die Auslese. Ist die zygomorphe Abänderung ebenso lebensfähig oder lebensfähiger als die aktinomorphe Stammform, so wird sie erhalten bleiben, ja unter Umständen an die Stelle der Stammform treten. Dies Verhältniss von Abänderung und Auslese lässt an Einfachheit und Klarheit Nichts zu wünschen übrig. Wahrscheinlich richtet sich indess jene vornehme Zurückhaltung, welche man der Selectionstheorie gegenüber beobachtet, eigentlich gegen die Theorie der Summirung kleinster Abänderungen durch die natürliche Auslese. Es würde Viel zur Läuterung der Ansichten beitragen, wenn man dies bestimmt aussprechen wollte. Nach jener Theorie tritt die Auslese durch die ursprünglich vorhandenen geringfügigen Unterschiede in Wirksamkeit und erzeugt dann vermittelst derselben beträchtlichere Abänderungen. Mag sich dies verhalten wie es will; kein Darwinianer hat geleugnet, dass es auch andere Ursachen der Variation giebt. Die Frage nach den wahrscheinlich sehr mannichfaltigen Ursachen der Abänderungen kann noch als eine offene betrachtet werden; da aber die Variation selbst eine Thatsache ist, so wird die Beantwortung jener Frage niemals einen entscheidenden Einfluss auf die Lehren von der Descendenz und Selection gewinnen. Die bis jetzt bekannten Thatsachen der Variation scheinen mir mehr für die Ansichten Nägeli's und Alex. Braun's zu sprechen, welche das Auftreten der Abänderungen auf innere Ursachen zurückführen, als für die gewöhnliche darwinistische Meinung, welche die Abänderungen für die directe Folge der äusseren Bedingungen erklärt. In der Selection üben diese letzten jedenfalls ihre Wirkung.

Schliesslich mag hier noch ein Punkt berührt werden, der vielfach zu den sonderbarsten Irrthümern Anlass giebt. Es ist die Frage der geologischen Zeitrechnung. Wir wissen, dass viele unserer Culturgewächse, die grossentheils einjährig sind, sich seit Jahrtausenden unverändert erhalten haben. Man wird daher 1000 Generationen für keinen übermässig langen Zeitraum im Leben einer Species halten. Wenn wir nun unsere Bäume betrachten, so sehen wir, dass im gewöhnlichen Laufe der Dinge eine Waldgeneration erst nach Jahrhunderten auf den Trümmern ihrer Vorgängerin erwächst. Bei Eucalypten und Sequoien lässt sich das mittlere Alter der Bäume mindestens auf 1000 Jahre anschlagen, so dass 1000 Generationen dieser Pflanzen eine Million Jahre er-

fordern. Vom phytobiologischen Standpunkte kann man also eine Million Jahre nicht für einen besonders langen Zeitraum halten. — Es ist eine Art Mode geworden, gegen die unbegrenzte Verschwendung, welche die geologischen Hypothesen mit der Zeit treiben sollen, zu protestiren. Es wird vielfach behauptet, dass nur die Entwickelungslehre, nicht die Geologie so unermessliche Zeiträume erfordere. Man sollte indess eine beliebige Rechnung anstellen, um zu erkennen, wie viel Zeit für einen geologischen Vorgang erforderlich sein möchte, etwa zur Erosion eines Thales, das seit der Miocänzeit oder seit der Ablagerung des Wälderthones oder irgend einer andern Periode entstanden ist. Oder man überlege einfach Folgendes. Neubildung von Schichten erfolgt stets aus bereits vorhandenem Material (ursprünglich aus der Erstarrungskruste); sie ist daher abhängig von Erosion und Verwitterung. Das Land wird durch Abspülen fortwährend erniedrigt und dem Meere werden theils durch die Flüsse, theils durch unmittelbaren Abbruch an den Küsten die Stoffe zugeführt, welche zur Bildung der neuen Ablagerungen verwendet werden. Es ist sehr schwer zu berechnen, wie gross der durchschnittliche Verlust des Landes an Höhe ist, allein die Annahme, dass die Erniedrigung 2 Cm. im Jahrhundert beträgt, ist jedenfalls hoch gegriffen. Durch das dem Lande entführte Material wird der Meeresgrund natürlich entsprechend aufgehöht, nämlich um nahezu $^3/_4$ Cm.; um so viel wird also das Meer steigen. Berechnet man nun darnach den Betrag der durchschnittlichen Neubildung von Schichten, vertheilt über die ganze Erdoberfläche, so beläuft sich derselbe auf etwas mehr als $^1/_2$ Cm. Setzt man der Einfachheit wegen genau 0,5 Cm. und nimmt an, dass die neugebildeten Schichten an gewissen Stellen liegen bleiben, ohne Erosion zu erleiden, so findet man, dass zur Bildung einer 5000 M. dicken Ablagerung sedimentärer Gesteine durchschnittlich 100 Millionen Jahre erforderlich sind. Die mittlere Dicke der Sedimentärgesteine, wo dieselben nicht durch Erosion beträchtliche Verluste erlitten haben, wird man übrigens wahrscheinlich auf viel mehr als 5000 M. schätzen. Selbstverständlich machen alle solche Rechnungen nicht den mindesten Anspruch auf Genauigkeit; man wird bald diesen, bald jenen Factor grösser annehmen können, wird sich aber auch die Consequenzen solcher Annahmen nach andern Richtungen hin klar machen müssen. Man wird sich übrigens, wenn man mit Ernst an die Sache herantritt, bald genug überzeugen, dass die Geologie *sehr viel* Zeit zur Erklärung der rein geologischen Vorgänge bedarf.

Für die Descendenztheorie ist es aber gar nicht erforderlich, die Zeit nach Jahren zu berechnen; es genügt vollständig, wenn man die nachgewiesenen Veränderungen als Maassstab benutzt. In geschichtlicher Zeit sind die geographischen Umrisse der Länder, so weit uns bekannt, nur an vereinzelten Punkten merklich verändert worden. In den meisten Gegenden ist nicht zu constatiren, dass entschiedene Aenderungen in der Höhenlage stattgefunden haben; einige Küsten haben sich etwas gehoben, einige etwas gesenkt; an einigen Stellen lässt sich nachweisen, dass Senkungen und Hebungen mit einander gewechselt haben. Das Klima der meisten Gegenden hat sich nicht merklich verändert; die Beobachtungen an einzelnen Orten sprechen für eine Zunahme, an andern für eine Abnahme der Temperatur. In den Alpen sehen wir die Gletscher bald schwinden, bald wachsen, eine Erscheinung, die auf periodische Schwankungen des Klima's (Feuchtigkeit oder Wärme) deutet. Wir können aus diesen Beobachtungen auf die Beständigkeit der topographischen und klimatischen Verhältnisse auf der Erde schliessen, wenigstens für den Zeitraum, über welchen sich unsere Erfahrungen erstrecken. Betrachten wir nun unsere Kenntnisse über die gegenwärtige Pflanzenwelt, so haben wir die Beständigkeit der meisten Formen, geringe Schwankungen und Abänderungen anderer zu constatiren. Wir können somit wohl eine Analogie zwischen der Constanz der physischen Verhältnisse der Erdoberfläche und der Constanz ihrer Vegetation annehmen.

Gehen wir bis in die Eiszeit zurück, so finden wir in mittleren Breiten eine gewaltige Verschiedenheit der Zustände. Ein grosser Theil der Ebenen Norddeutschlands und Englands unter Wasser, Skandinavien und die Alpen mit ungeheuren Gletschern bedeckt, überall Zeichen eines rauhen Klimas. Während eines andern Abschnittes der Quartärzeit war wiederum die ganze Nordsee trocken. Diesen gewaltigen physischen Veränderungen scheinen die Aenderungen in der Vegetation kaum zu entsprechen. Viele Pflanzen der Alpen und des hohen Nordens, die damals ein zusammenhängendes Wohngebiet inne hatten, sind noch heute seit ihrer Trennung genau übereinstimmend. Sollten die physischen Veränderungen, welche seit der Eiszeit eingetreten sind, nicht hingereicht haben, um im Laufe der Jahrtausende die alpinen Racen von Papaver alpinum L., Poa arctica R. Br., einiger Draben, Alsinen u. s. w. ausgebildet zu haben? Gehen wir nun weiter zurück in die Pliocänperiode, so wird der Schluss derselben von der Eiszeit durch eine Aenderung der physischen Verhältnisse geschie-

den, deren Betrag dem des Unterschiedes zwischen Eiszeit und Gegenwart ähnlich sein mag. Aus den langen Perioden der Pliocänzeit haben wir nur einige Andeutungen über die Vegetationsverhältnisse; wir gelangen endlich zur Miocänperiode, als das Gebirgssystem der Alpen noch wenig entwickelt war und als es wahrscheinlich noch keine Ostsee gab, als überall in den kühleren Gegenden der Erde ein subtropisches Klima herrschte. Wir dürfen es nicht wunderbar finden, wenn wir sehen, dass seit jener Zeit, seit welcher sich so grosse physische Veränderungen zugetragen haben, auch die Vegetationsdecke der Erde erhebliche Wandlungen durchgemacht hat. Die subtropischen Miocänpflanzen stimmen nicht mehr genau überein mit den entsprechenden Formen der Gegenwart; viele Typen sind verschwunden, manche sind in etwas modificirter Gestalt, einzelne anscheinend unverändert erhalten. Die innigen Beziehungen zwischen der miocänen und der jetzigen Pflanzenwelt vermag aber Niemand zu leugnen, der sich etwas genauer mit der Flora der Tertiärperiode beschäftigt hat.

Wenn wir nun ein Recht haben anzunehmen, dass sich zwischen Miocänperiode und Eiszeit, zwischen Eiszeit und Gegenwart gewaltige physische Umwälzungen vollzogen haben, von deren Grösse uns die Betrachtung der in historischer Zeit wahrgenommenen Veränderungen keine Vorstellung giebt, so steht auch Nichts im Wege anzunehmen, dass im Laufe der nämlichen Zeit Umänderungen der Pflanzenformen erfolgt sind, welche in entsprechender Weise diejenigen übertreffen, die wir in der Gegenwart beobachten. Der Unterschied zwischen der heutigen Vegetation und der miocänen entspricht etwa dem Unterschiede zwischen der gegenwärtigen Flora Mitteleuropa's und derjenigen Japan's oder Oregon's oder Pennsylvaniens. Ein Theil der Arten ist identisch, ein Theil bietet geringfügige Unterschiede, ein Theil ist deutlich verschieden, ein Theil zeigt entfernte Analogieen, der Rest endlich ist in jedem Lande durchaus eigenthümlich entwickelt.

Damit wollen wir diese Betrachtungen abbrechen. Das Ergebniss, zu welchem wir gelangt sind, macht auf Neuheit keinen Anspruch. „Wir können nicht ohne willkürliche Voraussetzungen sagen, was Art und Abart ist“ — so drückte sich bereits vor mehr als 40 Jahren G. R. Treviranus (Erschein. u. Ges. d. organ. Lebens I S. 160) aus. Wenn diese einfache Wahrheit noch gegenwärtig eine eingehende Beweisführung zu erfordern scheint, so ist dies nur dadurch erklärlich, dass die eingeführte Nomenclatur und die in der Systematik übliche analytische

Methode sich viel genauer an die entgegengesetzten Vorstellungen von dem Wesen der organischen Art anschliessen. Die Beschreibungen streben nach Präcision und erwecken daher in dem Leser die Meinung, als seien die beschriebenen Formenkreise nun auch wirklich präcis geschieden. Selbst solche Naturforscher, welche gewohnt sind in der freien Natur zu untersuchen, pflegen diejenigen Beobachtungen, welche zu Zweifeln Anlass geben, als unsicher und verwirrend gänzlich zu unterdrücken. Sobald es einmal Sitte werden wird, den Artbeschreibungen einen Abschnitt über „Abänderungen, Uebergangsformen und Verwandtschaften" hinzuzufügen, wird eine überwältigende Menge von Thatsachen bekannt werden, welche Licht auf die Beziehungen der verschiedenen Formenkreise zu einander werfen. Die Betrachtungen, welche wir über den Begriff der organischen Art angestellt haben, führen ferner zu der Ueberzeugung, dass die Jordan'schen und Hoffmann'schen Arten bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft nicht einfach bei Seite geschoben werden dürfen. Die Beibehaltung des weiten morphologischen Artbegriffs hat namentlich im Interesse der Uebersichtlichkeit grosse und wichtige Vorzüge, deren Aufopferung zu Gunsten eines doch nicht consequent durchführbaren Princips schwerlich empfohlen werden kann. Die Jordan'schen Arten werden zu ihrem vollen Rechte gelangen, wenn sie als Subspecies oder Racen mit festen Namen in's System eingefügt werden. Dagegen kann der gedankenlose und bequeme Schlendrian, welcher diese Racen ebenso behandelt, wie die halbbeständigen oder die zufälligen Abänderungen und Zustände, nicht scharf genug gerügt werden.

Endlich werden die vorstehenden Betrachtungen noch ein Bedürfniss dargelegt haben, nämlich das nach botanischen Versuchsgärten. Die Methodik und die Regeln der botanischen Experimentirkunst sind noch viel zu wenig bekannt und erprobt, um bei gelegentlichen Versuchen genügende Berücksichtigung zu finden. Daher die zahlreichen Zweifel, zu denen die bisher vorliegenden Erfahrungen Anlass geben, daher die Unsicherheit der meisten Angaben über Bastarde, Varietäten und Abänderungen. Wie wenig wissen wir über die Lebensbedingungen der meisten Pflanzen, über die Ursachen vieler chorologischen Erscheinungen! So finden wir z. B. in den meisten Gegenden Mitteleuropa's einzelne versprengte Formen, die südlicheren Zonen angehören und unwillkürlich als die letzten übrig gebliebenen Reste der Flora einer ehemaligen wärmeren Periode aufgefasst werden. Und doch wis-

sen wir, dass der Gegenwart nicht eine wärmere, sondern eine kältere Zeit voraufging. Es sind somit die Lebensbedingungen solcher unter anscheinend abnormen Verhältnissen vorkommenden Gewächse zu erforschen. Die Frage über den Einfluss des Bodens auf die Vegetation bedarf dringend einer experimentalen Prüfung. Die wichtigste Aufgabe für die Versuchsgärten wird aber nothwendig in der Erforschung der zahlreichen Probleme zu suchen sein, welche die Verhältnisse der Abänderung und Kreuzung bieten. Wie wirken Boden, Klima, Feuchtigkeit, Varietätenkreuzung, Inzucht? Wie lassen sich neue Racen erzeugen, fruchtbar machen und fixiren? Die Wissenschaft bedarf dringend Aufklärung über diese Fragen; statt der zahllosen unzusammenhängenden Thatsachen, die ihr neuerdings geboten werden, verlangt sie eine Bearbeitung der Lehre vom Leben der Arten nach klaren Grundsätzen und strengen Methoden. Es wird gegenwärtig unendlich viel Zeit, Papier und Tinte vergeudet mit Erörterungen und Betrachtungen über zweifelhafte Fragen, die sehr wohl einer experimentalen Prüfung fähig sind und einzig und allein durch eine solche endgültig entschieden werden können. Die Biologie der Arten kann und muss ein vollberechtigter Zweig der exacten Naturwissenschaft werden, während sie gegenwärtig so vernachlässigt und daher so unsicher begründet ist, dass sie die Misshandlungen der unwissendsten Doctrinäre zu erdulden hat. Aber auch die praktische Bedeutung der Sache ist nicht gering anzuschlagen. Die Methoden, welche die einzelnen Blumenzüchter befolgen, um samenbeständige Varietäten und Hybride zu erhalten, werden gegenwärtig als eine Art Geschäftsgeheimniss behandelt, so dass es einigen „Gelehrten“ sogar zweifelhaft erschienen ist, ob Varietäten überhaupt durch Auswahl und Inzucht fixirt werden können oder nicht. Es ist aber leicht einzusehen, dass es für Blumenzucht, Gartenbau und Ackerbau von der höchsten Wichtigkeit ist, bestimmt zu wissen, nach welchen Grundsätzen man zu verfahren hat, um möglichst sicher Abänderungen zu erzielen und die nützlichen unter denselben samenbeständig zu machen. Wie gross die praktische Tragweite der wissenschaftlichen Untersuchungen über die Arten und deren Abänderungen sein wird, vermag selbstverständlich Niemand im Voraus zu ermessen; die Erfahrung lehrt indess, dass die Ergebnisse der Naturforschung fast auf allen Gebieten sehr bald eine Verwerthung im Dienste des Menschen zu finden pflegen. Es wird daher schwerlich bestritten werden können, dass bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse

die Begründung von Versuchsgärten eine ausserordentliche wissenschaftliche Bedeutung hat. Es kann allerdings fraglich sein, welches Land die Ehre haben wird, den ersten selbständigen Versuchsgarten einzurichten, dagegen ist es nicht zweifelhaft, dass der ersten derartigen Anstalt sehr bald zahlreiche andere folgen werden.

Wenn auch die auf den vorstehenden Blättern bekämpfte doctrinäre Auffassung des Speciesbegriffs sich mehr und mehr als unhaltbar erweisen dürfte, so wird doch die Ermittelung des Grades der Beständigkeit und der Veränderlichkeit der Pflanzenformen noch für viele Jahrzehnte ein fruchtbares Feld für wichtige grundlegende Untersuchungen bilden.

Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere.

Von

Ernst Haeckel.

(Hierzu Taf. XIX—XXV.)

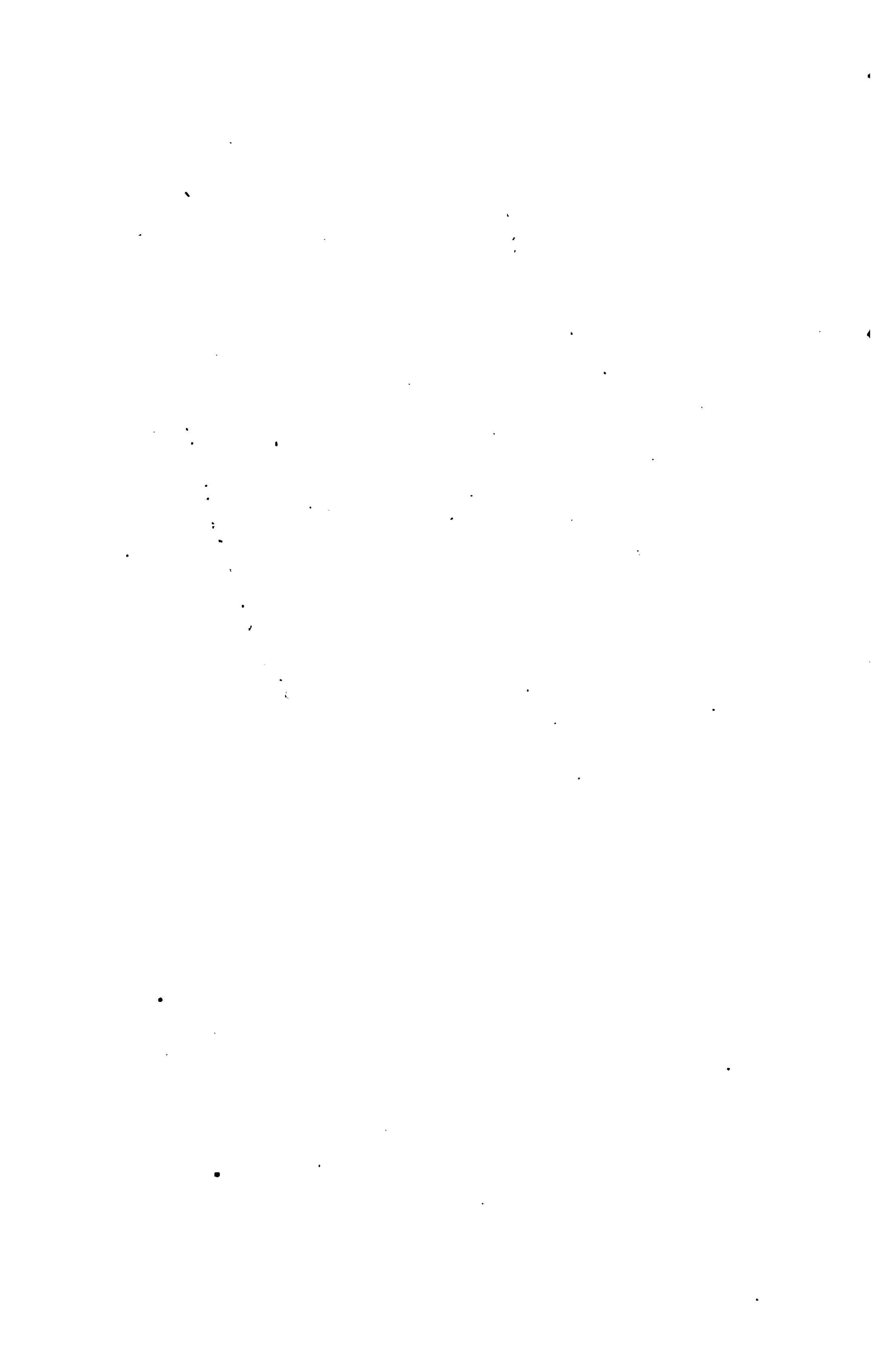
(Fortsetzung der „Gastraea-Theorie" u. s. w., Bd. VIII dieser Zeitschr. S. 1—57.)

9. Die Bedeutung der Palingenie und der Cenogenie.

Die Gastraea-Theorie hat sich in den drei Jahren, welche seit Publication ihrer Grundzüge in meiner Monographie der Kalkschwämme (1872) verflossen sind, als ein leitendes Princip bewährt, welches nach vielen Richtungen hin geeignet ist, Ordnung in das bunte Chaos der massenhaft angehäuften zoogenetischen Beobachtungen zu bringen und die causale Erkenntniss der wichtigsten Vorgänge in der Entwickelungsgeschichte der Thiere wesentlich zu fördern. Zu diesem Schlusse bin ich berechtigt einerseits durch die vielfache fruchtbare Verwendung, welche die Folgerungen der Gastraea-Theorie inzwischen bei zahlreichen Anhängern der monistischen Entwickelungslehre gefunden haben; anderseits durch die nicht minder zahlreichen und lebhaften Angriffe, welche dieselbe durch die dualistischen Gegner der letzteren erfahren hat. Wie Jene bestrebt gewesen sind, mittelst der Gastraea-Theorie und der daran geknüpften Consequenzen den einheitlichen Zusammenhang der Entwickelungs-Vorgänge im ganzen Thierreiche zu erkennen, so haben sich Diese umgekehrt bemüht, durch Widerlegung unserer Theorie darzuthun, dass ein solcher einheitlicher Zusammenhang nicht existirt, und dass die verschiedenen Entwickelungserscheinungen im Thierreiche ein zusammenhangloses Aggregat unverständlicher und wunderbarer Thatsachen bilden.

Inzwischen bin ich ununterbrochen bestrebt gewesen, die mannichfaltigen Folgerungen der Gastraea-Theorie weiter zu ent-

wickeln und ihre Anwendung auf die phylogenetische Classification des Thierreichs, auf die Feststellung der Homologien in den verschiedenen Thierstämmen u. s. w. durchzuführen. Wie fruchtbar dieselbe sich für die zusammenhängende Erkenntniss der Keimes- und Stammesgeschichte sowohl im Ganzen als im Einzelnen erweist, habe ich an dem Beispiele des menschlichen Organismus in meiner, im vorigen Jahre veröffentlichten Anthropogenie darzuthun versucht. Doch blieben trotz dieser unausgesetzten Bemühungen zur Befestigung der Gastraea-Theorie immer noch manche dunkle Stellen und schwache Seiten übrig, welche den Gegnern Gelegenheit zu mannichfachen Angriffen darboten. In der Absicht, diese Dunkelheiten und Schwächen möglichst zu beseitigen, habe ich eine neue Reihe von vergleichenden Beobachtungen über die ersten Entwickelungs-Vorgänge in den verschiedenen Hauptgruppen des Thierreichs angestellt. Um dieselben, vorzüglich durch Untersuchung niederer Seethiere, zu einem vorläufigen Abschlusse zu bringen, unternahm ich im Frühling dieses Jahres eine Reise nach Corsica, wo ich in Gesellschaft meiner beiden Schüler und Freunde, der Doctoren Oscar und Richard Hertwig, während der Monate März und April verweilte. Der felsenreiche Strand von Ajaccio, der Hauptstadt der Insel, bot uns für unsere Zwecke eine reiche Fülle von niederen Seethieren aus allen Hauptgruppen, und auch die pelagische Fischerei mit dem Müller'schen Netze an der Oberfläche des weiten Golfes von Ajaccio lieferte uns manches werthvolle Material, unter diesem namentlich pelagische Eier von Knochenfischen, welche für mehrere streitige Fragen in der Ontogenie dieser Thiere von entscheidender Bedeutung sind. Auf den ausgedehnten Strandfelsen, welche bei niederem Wasserstande weit entblösst werden, wuchert eine reiche Algen-Flora, und mit dieser gemischt eine nicht minder üppige Vegetation von Spongien, Hydroiden, Alcyonarien und anderen Zoophyten. Auch an Würmern, Mollusken, Echinodermen und Crustaceen war kein Mangel und ich konnte die Entwickelung der Eier wenigstens von einzelnen Repräsentanten dieser Gruppen in den ersten, mir vorzugsweise wichtigen Stadien vergleichend verfolgen. Zugleich gelang es mir, eine Reihe von früheren ontogenetischen Beobachtungen zu ergänzen, welche ich 1865 auf Helgoland, 1867 auf der canarischen Insel Lanzerote, 1869 an der Küste von Norwegen, 1871 auf der dalmatischen Insel Lesina und 1873 im Hafen von Smyrna angestellt hatte. Indem ich über verschiedene Resultate dieser und früherer Untersuchungen mir spätere Berichterstattung vorbehalte, beschränke



fünf primitiven Entwickelungsstufen nachzuweisen, welche ich bereits in der Monographie der Kalkschwämme (Bd. I, S. 465) als gemeinsame ontogenetische Urformen sämmtlicher Metazoen hingestellt und nach dem biogenetischen Grundgesetze phylogenetisch gedeutet hatte (Vergl. die V. synoptische Tabelle S. 406). Jeder, der unter den verschiedenen, gegenwärtig möglichen, phylogenetischen Hypothesen über den Ursprung des Thierreichs die einfachste vorzieht, und demgemäss eine monophyletische Descendenz sämmtlicher Metazoen von der Gastraea annimmt, der kann jetzt auch noch weiter gehen, und fussend auf dem gemeinsamen, nunmehr nachgewiesenen Entstehungsmodus der Gastrula (durch Einstülpung der Blastula u. s. w.) auch jene fünf Urstufen der thierischen Formbildung bei allen Metazoen für homolog halten; oder — mit anderen Worten — den ersten gemeinsamen Ursprung aller Thiere bis zum denkbar einfachsten Organismus, bis zum Moner hinab verfolgen. Denn bei gehöriger Berücksichtigung der verschiedenen cenogenetischen Veränderungen, welche der Nahrungsdotter in dem palingenetischen Processe der primordialen Eifurchung hervorgebracht hat, ist es in der That möglich, nicht nur die Gastrula, sondern auch die vorhergehenden vier Bildungsstufen dieser wichtigsten Keimform, auf das gemeinsame Urbild der primordialen Eifurchung bei allen Metazoen zu reduciren (Vergl. die VI. synoptische Tabelle S. 407).

Was die vier Hauptformen der Furchung betrifft (die primordiale, inaequale, discoidale und superficiale) so sind es dieselben, welche ich bereits in der Anthropogenie (S. 166) unterschieden habe. Ich hatte dort ausserdem noch zwei andere Hauptformen als pseudototale und seriale Furchung aufgeführt. Indessen lassen sich diese beiden Formen unter die inaequale Furchung subsumiren. Das Verhältniss dieser vier wichtigsten Furchungsformen zu den beiden, bisher allein unterschiedenen Hauptformen der totalen und partiellen Furchung gestaltet sich so, dass die primordiale und inaequale Furchung (rein äusserlich betrachtet) unter den Begriff der totalen, hingegen die discoidale und superficiale unter den Begriff der partiellen Furchung fallen (Tabelle VII). Jedoch sind scharfe und abschliessende Grenzen ebenso wenig zwischen unseren vier Hauptformen, als zwischen der totalen und partiellen Furchung zu ziehen. Vielmehr sind alle durch Uebergänge verbunden, und alle lassen sich auf die ursprüngliche Form der primordialen Eifurchung phylogenetisch zurückführen.

V.

Synoptische Tabelle über die fünf ersten Keimungsstufen der Metazoen, verglichen mit ihren fünf ältesten Ahnenstufen.

Formwerth der fünf ersten Entwickelungsstufen der Metazoen.	**Ontogenesis:** Die fünf ersten Stufen der Keimes-Entwickelung.	**Phylogenesis:** Die fünf ersten Stufen der Stammes-Entwickelung.
I. Erste Formstufe: **Cytoda.** Eine einfachste Cytode (kernlose Plastide).	I. Erste Keimungsstufe: **Monerula.** Das befruchtete Ei nach Verlust des Keimbläschens.	I. Erste Ahnenstufe: **Moneres.** Aelteste, durch Urzeugung entstandene Stammform der Metazoen.
II. Zweite Formstufe: **Cellula.** Eine einfachste, indifferente, amoeboide Zelle (kernhaltige Plastide).	II. Zweite Keimungsstufe: **Cytula.** „Die erste Furchungskugel“ (das befruchtete Ei mit neugebildetem Zellenkern).	II. Zweite Ahnenstufe: **Amoeba.** Einfachste, älteste, indifferente Stammzelle.
III. Dritte Formstufe: **Polycytium.** Ein einfachstes Aggregat von einfachen, gleichartigen, indifferenten Zellen.	III. Dritte Keimungsstufe: **Morula.** „Maulbeerdotter“, kugeliger Haufen von einfachen gleichartigen Furchungskugeln.	III. Dritte Ahnenstufe: **Synamoebium.** Einfachste älteste Gemeinde von gleichartigen indifferenten Zellen.
IV. Vierte Formstufe: **Blastosphaera.** Eine einfache, mit Flüssigkeit gefüllte Hohlkugel, deren Wand aus einer einzigen Schicht gleichartiger Zellen besteht.	IV. Vierte Keimungsstufe: **Blastula.** „Keimhautblase“ oder „Keimblase“ (Vesicula blastodermica oder Blastosphaera) oft auch „Planula“ genannt.	IV. Vierte Ahnenstufe: **Planaea.** Hohlkugel, deren Wand aus einer Schicht von Flimmerzellen besteht (ähnlich der heutigen Magosphaera).
V. Fünfte Formstufe: **Metazoarchus.** Ein einfacher, einaxiger Hohlkörper mit einer Oeffnung, dessen Wand aus zwei verschiedenen Zellenschichten besteht.	V. Fünfte Keimungsstufe: **Gastrula.** Einfacher einaxiger Darmschlauch (Urdarm) mit Urmund; Wand aus den beiden primären Keimblättern gebildet.	V. Fünfte Ahnenstufe: **Gastraea.** Gemeinsame Stammform aller Metazoen, gleich der Archigastrula des Amphioxus, der Ascidie u. s. w.

VI.

Synoptische Tabelle über die fünf ersten Keimungsstufen der Metazoen, mit Rücksicht auf die vier verschiedenen Hauptformen der Eifurchung.

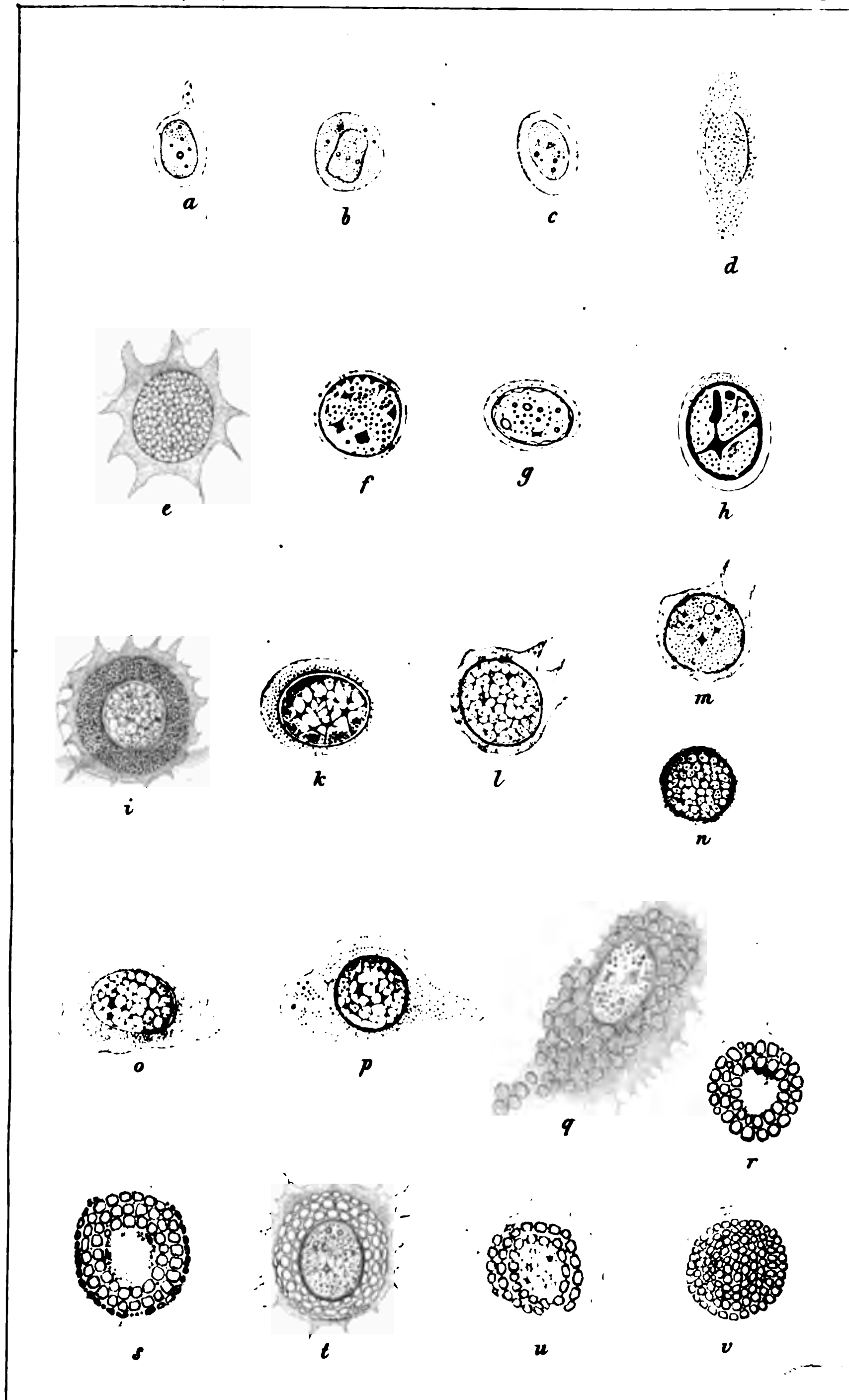
A. Totale Furchung. (*Ovula holoblasta*)		**B. Partielle Furchung.** (*Ovula meroblasta*).	
a. Primordiale Furchung. (*O. archiblasta*).	**b. Inaequale Furchung.** (*O. amphiblasta*).	**c. Discoidale Furchung.** (*O. discoblasta*).	**d. Superficiale Furchung.** (*O. periblasta*).
I. Archimonerula. Das befruchtete Ei ist eine Cytode, in der Bildungsdotter und Nahrungsdotter nicht zu unterscheiden sind.	**I. Amphimonerula.** Eine Cytode, die am animalen Pole Bildungsdotter, am vegetativen Pole Nahrungsdotter besitzt, beide nicht scharf getrennt.	**I. Discomonerula.** Eine Cytode, die am animalen Pole Bildungsdotter, am vegetativen Pole Nahrungsdotter besitzt, beide scharf von einander getrennt.	**I. Perimonerula.** Das befruchtete Ei ist eine Cytode, die an der Peripherie Bildungsdotter, im Centrum Nahrungsdotter enthält.
II. Archicytula. Eine Zelle, aus der Archimonerula durch Neubildung eines Kernes entstanden.	**II. Amphicytula.** Eine Zelle, aus der Amphimonerula durch Neubildung eines Kernes entstanden.	**II. Discocytula.** Eine Zelle, aus der Discomonerula durch Neubildung eines Kernes entstanden.	**II. Pericytula.** Eine Zelle, aus der Perimonerula durch Neubildung eines Kernes entstanden.
III. Archimorula. Eine solide (meist kugelige) Masse, aus lauter gleichartigen Zellen gebildet.	**III. Amphimorula.** Eine rundliche Masse aus zweierlei Zellen zusammengesetzt: Bildungszellen an animalen, Nahrungszellen am veget. Pole.	**III. Discomorula.** Eine flache Scheibe, aus gleichartigen Zellen zusammengesetzt, dem animalen Pole des Nahrungsdotters aufliegend.	**III. Perimorula.** Eine geschlossene Blase, aus einer Zellenschicht bestehend, die den ganzen Nahrungsdotter umschliesst.
IV. Archiblastula. Eine (meist kugelige) hohle Blase, deren Wand aus einer einzigen Schicht gleichartiger Zellen besteht.	**IV. Amphiblastula.** Eine rundliche Blase, deren Wand am animalen Pole aus kleinen Exoderm-Zellen, am vegetativen Pole aus grossen Entodermzellen besteht.	**IV. Discoblastula.** Eine rundliche Blase deren kleinere Hemisphäre aus den Furchungszellen besteht; grössere Hemisphäre aus dem ungefurchten Nahrungsdotter.	**IV. Periblastula.** Eine geschlossene Blase, aus einer Zellenschicht bestehend, die den ganzen Nahrungsdotter umschliesst (= Perimorula).
V. Archigastrula. Die ursprüngliche reine Gastrula-Form mit leerem Urdarm, ohne Nahrungsdotter; primäre Keimblätter einschichtig.	**V. Amphigastrula.** Glockenförmige Gastrula, deren Urdarm zum Theil von gefurchtem Nahrungsdotter erfüllt ist.	**V. Discogastrula.** Scheibenförmige ausgebreitete Gastrula, deren Urdarm ganz von ungefurchtem Nahrungsdotter erfüllt ist.	**V. Perigastrula.** Blasenförmige Gastrula, deren Urdarm klein, deren grosse Furchungshöhle von Nahrungsdotter erfüllt ist.

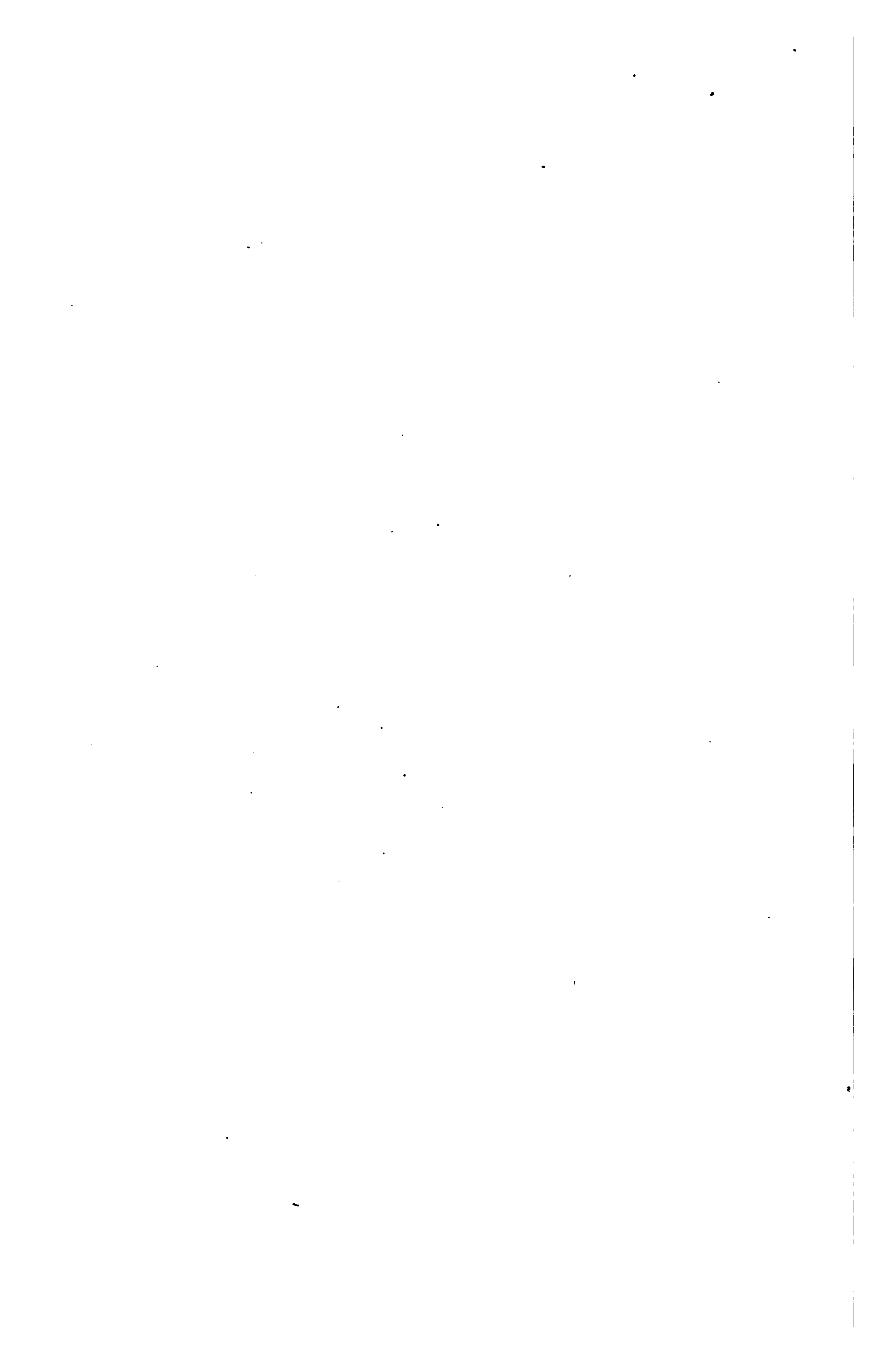
VII.

Synoptische Tabelle über die wichtigsten Verschiedenheiten in der Eifurchung und Gastrulation der Thiere.

(Die sechs Stämme der Metazoen sind durch die Buchstaben *a*—*f* bezeichnet: *a* Zoophyten (Coelenteraten), *b* Würmer, *c* Mollusken, *d* Echinodermen, *e* Arthropoden, *f* Vertebraten.)

I. **Totale Furchung.** (Ovula holoblasta). Primäre Gastrula. (*Hologastrula*).	**1. Primordiale Furchung.** (Ovula archiblasta). *Archigastrula.* Taf. XXV.	*a.* Die meisten Pflanzenthiere (Niedere Schwämme, Hydroiden, Medusen, Corallen). *b.* Viele niedere Würmer (Sagitta, Phoronis, Ascidien, viele Nematoden u. s. w.). *c.* Einige niedere Mollusken (Spirobranchien u. s. w.). *d.* Die meisten Echinodermen. *e.* Einige niedere Gliederthiere (Einige Branchiopoden, Pteromalinen ?). *f.* Die Acranier (Amphioxus).
	2. Inaequale Furchung. (Ovula amphiblasta). *Amphigastrula.* Taf. XXIV.	*a.* Viele Pflanzenthiere (Manche Spongien, Medusen und Corallen; Siphonophoren, Ctenophoren). *b.* Die meisten Würmer (Acoelomier, Anneliden u. s. w.). *c.* Die meisten Mollusken. *d.* Einzelne Echinodermen. *e.* Niedere Arthropoden (sowohl Crustaceen, als Tracheaten). *f.* Cyclostomen, Ganoiden, Amphibien, Placentalien (?).
II. **Partielle Furchung.** (Ovula meroblasta). Secundäre Gastrula. (*Merogastrula*).	**3. Discoidale Furchung.** (Ovula discoblasta). *Discogastrula.* Taf. XXI, XXII.	*c.* Die meisten Cephalopoden. *e.* Manche Arthropoden. (Sowohl Crustaceen, als Tracheaten). *f.* Selachier, Teleostier, Reptilien, Vögel, Monotremen u. Didelphien (?).
	4. Superficiale Furchung. (Ovula periblasta). *Perigastrula.* Taf. XXIII.	*b.* Einige höhere Würmer (?). *e.* Die meisten Arthropoden, sowohl Crustaceen als Tracheaten.


a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
o
p
q
r
s
t
u
v



I. Das phylogenetische Verhältniss der Palingenie zur Cenogenie.

Die Unterscheidung zwischen Palingenie und Cenogenie, die Erkenntniss der ganz verschiedenen Bedeutung dieser beiden ontogenetischen Erscheinungs-Gruppen und insbesondere die Feststellung des phylogenetischen Verhältnisses derselben zu einander scheint mir von ganz fundamentaler Wichtigkeit für das Verständniss der Gastraea-Theorie, wie für die causale Beurtheilung und mechanische Begründung der Keimesgeschichte überhaupt zu sein. Denn diejenigen ontogenetischen Processe, welche unmittelbar nach dem biogenetischen Grundgesetze auf eine frühere, vollkommen entwickelte, selbständige Stammform zu beziehen und von dieser durch Vererbung übertragen sind, besitzen offenbar eine primäre Bedeutung für die Erkenntniss der causalen phylogenetischen Verhältnisse; dagegen können diejenigen keimesgeschichtlichen Vorgänge, welche erst später durch Anpassung an die Bedingungen des Embryolebens oder des Larvenlebens entstanden und demgemäss nicht als Wiederholung einer früheren selbstständigen Stammform gelten dürfen, offenbar für die Erkenntniss der Stammesgeschichte nur eine ganz untergeordnete, secundäre Bedeutung beanspruchen. Die ersteren habe ich als palingenetische, die letzteren als cenogenetische bezeichnet. Von diesem kritischen Gesichtspunkte aus betrachtet wird die gesammte Ontogenie in zwei verschiedene Haupttheile zerfallen: erstens Palingenie oder „Auszugsgeschichte", und zweitens Cenogenie oder „Fälschungsgeschichte". Die erstere ist der wahre ontogenetische Auszug oder die kurze Recapitulation der alten Stammesgeschichte; die letztere ist gerade umgekehrt eine neuere, fremde Zuthat, eine Fälschung oder Verdeckung jenes Auszuges der Phylogenie.

Um sofort an einem Beispiele klar zu machen, was ich durch diese Unterscheidung zu erreichen wünsche, brauchen wir bloss einen Blick auf die Ontogenie des Menschen oder irgend eines anderen Amnioten zu werfen. Als palingenetische Processe, welche unmittelbar auf eine frühere selbständige Stammform zu beziehen, und offenbar getreu durch Vererbung übertragen sind, müssen wir bei allen Amnioten unter Anderen folgende betrachten: die Sonderung der beiden primären Keimblätter, das Auftreten einer einfachen Chorda zwischen Markrohr und Darmrohr, die Erscheinung des einfachen knorpeligen Urschädels, der Kiemen-

bogen und ihrer Gefässe, der Urnieren, die einfache Anlage der fünf Hirnblasen, die einkammerige Urform des Herzens, das Auftreten der primitiven Aorten und der Cardinal-Venen, die hermaphroditische Anlage der inneren und äusseren Geschlechts-Organe u. s. w. Hingegen werden wir als cenogenetische Processe, welche keineswegs auf eine frühere selbständige und völlig entwickelte Stammform zu beziehen, vielmehr durch Anpassung an die Bedingungen des Eilebens oder Embryolebens entstanden sind, zu betrachten haben: die Bildung des Nahrungsdotters und der Eihüllen, des Amnion, der Allantois, die Verhältnisse des embryonalen Dotter-Kreislaufs und Allantois-Kreislaufs, die vorübergehende embryonale Trennung von Urwirbelplatten und Seitenplatten, den secundären Verschluss der Bauchwand und Darmwand, die Nabelbildung, die zusammengekrümmte Keimform u. s. w.

Oder um ein Beispiel aus der Entwickelungsgeschichte der Crustaceen anzuführen, für die uns Fritz Müller-Desterro durch seine bahnbrechende Schrift „Für Darwin" (1864) ein so bedeutungsvolles und alle Theile der Biogenie erhellendes Licht angezündet hat, so werden wir für die Palingenie dieser Thierklasse vor Allen zu verwerthen haben: die wesentlich übereinstimmende Bildung und Zusammensetzung der *Nauplius*-Larven in den verschiedenen Ordnungen der Crustaceen, die ursprüngliche, einfache Bildung ihres Darmcanals, ihres unpaaren Stirnauges, ihrer drei Paar Schwimmfüsse u. s. w. Ebenso stellt für die höheren Crustaceen, insbesondere die Malacostraca, die charakteristische „*Zoëa*" mit ihrer typischen Gliederung und Gliedmaassenbildung eine palingenetische Keimform dar. Hingegen wird durch die Cenogenie der Crustaceen zu erklären sein: die partielle Eifurchung und die Bildung des Nahrungsdotters bei der Mehrzahl der Cruster, die Umwachsung desselben durch das Blastoderm, der secundäre Verschluss der Rückenwand, die Krümmung des Embryo innerhalb der Eischale, sowie die Bildung jener mannichfaltigen, sonderbaren Embryonalformen und Larvengestalten, die nicht von den Stammformen ererbt, sondern vielmehr „in dem Kampfe um's Dasein erworben sind, welchen die frei lebenden Larven zu bestehen haben." (Fritz Müller l. c. p. 77.)

Offenbar ist die Unterscheidung jener primären palingenetischen und dieser secundären cenogenetischen Processe für das phylogenetische Verständniss und somit für die mechanische Erklärung der ontogenetischen Thatsachen von der grössten Bedeutung; und zwar um so mehr, je mehr der primäre ursprüngliche

Entwickelungsgang des Embryo durch die secundäre Ausbildung von Eihüllen, von Nahrungsdotter u. s. w. gefälscht, und je mehr durch andere Ursachen die getreue Wiederholung der langen Stammesentwickelung durch die kurze Keimesentwickelung abgekürzt oder verdeckt ist. Wenn man diese höchst wichtigen, aber bisher fast ganz vernachlässigten Verhältnisse nicht gehörig in's Auge fasst, so wird man weder das wahre Causal-Verhältniss zwischen jenen beiden Entwickelungs-Reihen verstehen, noch überhaupt die Bedeutung des biogenetischen Grundgesetzes begreifen können. Schon in der „Generellen Morphologie" (1866), und eingehender später in der Anthropogenie (1874) habe ich darauf hingewiesen, „wie wichtig es für die richtige und kritische Anwendung des biogenetischen Grundgesetzes ist, stets beide Seiten desselben im Auge zu behalten. Die erste Hälfte dieses fundamentalen Entwickelungsgesetzes öffnet uns die Bahn der Phylogenie, indem sie uns lehrt, aus dem Gange der Keimesgeschichte denjenigen der Stammesgeschichte annährend zu erkennen: Die Keimform wiederholt durch Vererbung die entsprechende Stammform (*Palingenesis*). Die andere Hälfte desselben schränkt aber diesen leitenden Grundsatz ein, und macht uns auf die Vorsicht aufmerksam, mit welcher wir denselben anwenden müssen; sie zeigt uns, dass die ursprüngliche Wiederholung der Phylogenese durch die Ontogenese im Laufe vieler Millionen Jahre vielfach abgeändert, gefälscht und abgekürzt worden ist: Die Keimform hat sich durch Anpassung von der entsprechenden Stammform entfernt" (*Cenogenesis*). Anthropogenie S. 626.

Für die Palingenesis oder die „Auszugs-Entwickelung" sind demnach von hervorragender Bedeutung die Gesetze der ununterbrochenen (continuirlichen), der befestigten (constituirten), der gleichörtlichen (homotopen) und den gleichzeitlichen (homochronen) Vererbung (Generelle Morphologie, Vol. II, p. 180—190). Diese höchst wichtigen Vererbungs-Gesetze gestatten uns noch heute, aus den vorliegenden Thatsachen der Keimesgeschichte ganz positive Schlüsse auf den ursprünglichen Gang der Stammesgeschichte zu thun. Hingegen sind für die Cenogenesis oder die „Fälschungs-Entwickelung" ganz besonders wichtig die Gesetze der abgekürzten (abbreviirten) und der gefälschten (modificirten), ganz besonders aber der ungleichörtlichen (heterotopen) und der ungleichzeitlichen (heterochronen) Vererbung. Diese Vererbungsgesetze haben für die Phylogenie nur einen negativen Werth. Für die gesammte Morphologie, und speciell für die Phylogenie,

ist selbstverständlich die Palingenesis von ganz anderer Bedeutung, als die Cenogenesis. Die Morphologie, welche ihre Aufgabe richtig begriffen hat, wird den versteckten Pfad der Phylogenie in dem schwierigen Gebiete der Ontogenie nur dann finden, wenn sie die palingenetischen Processe möglichst hervorsucht, die cenogenetischen möglichst eliminirt. Die Physiologie wird umgekehrt an der näher liegenden Cenogenie in vielen Fällen ein weit höheres Interesse haben, als an der Palingenie.

II. Ontogenetische Heterochronien und Heterotopien.

Unter den mannichfaltigen secundären Erscheinungen, welche uns die Cenogenesis darbietet und welche in mehr oder minder ausgeprägtem Gegensatze zu den primären Phänomenen der Palingenesis stehen, sind von besonderer Wichtigkeit vor Allen die Ausbildung des Nahrungsdotters und was damit zusammenhängt; demnächst aber diejenigen Entwickelungs-Vorgänge, welche ich in der Anthropogenie als „ontogenetische Heterochronien und Heterotopien“ bezeichnet habe. Gerade diese Processe der Keimesentwickelung, welche zu den entsprechenden Vorgängen der Stammesentwickelung in einem diametralen Gegensatze zu stehen, die Palingenesis zu negiren und das ganze biogenetische Grundgesetz zu erschüttern scheinen, lassen sich durch die Cenogenesis befriedigend erklären. Wie ich in der Anthropogenie bemerkte, „sind die ontogenetischen Heterochronien, welche durch Verschiebung der phylogenetischen Succession entstehen, nicht minder bedeutungsvoll als die ontogenetischen Heterotopien, die durch frühzeitige phylogenetische Wanderung der Zellen aus einem secundären Keimblatt in das andere bewirkt werden; dort wird die Zeitfolge, hier die Raumfolge gefälscht“. Als wichtigste Leuchte zur Erkenntniss dieser cenogenetischen Processe dient uns die vergleichende Anatomie, ohne deren Hülfe wir überhaupt die Räthsel der Cenogenesis nicht lösen und den ursprünglichen Pfad der Palingenesis nicht erkennen würden.

Einleuchtende Beispiele solcher Processe liefert uns die Keimesgeschichte der verschiedensten Metazoen in Menge. Was zunächst die Heterochronie betrifft, die ontogenetische Zeitverschiebung, oder die cenogenetische Abänderung der palingenetischen Zeitfolge, so können wir im Allgemeinen Fälle von verfrühtem und von verspätetem Auftreten der Organe unterscheiden. Fälle von ontogenetischer Acceleration oder Verfrühung

(wo in der Keimesgeschichte das Organ viel früher erscheint, als es im Verhältniss zu den übrigen Organen ursprünglich in der Stammesgeschichte der Fall war) bietet z. B. bei den Wirbelthieren: das frühzeitige Auftreten der Chorda, die auffallend frühe Entstehung des Gehirns und der Augen (besonders bei den Knochenfischen), der Kiemenspalten, des Herzens (vor den Gefässen) u. s. w. Die Gliederthiere zeigen solche ontogenetische Acceleration besonders in der frühzeitigen Ausbildung gegliederter Extremitäten und der Metamerenkette (des „Primitivstreifs"); die Tracheaten in dem frühen Auftreten der Tracheen, die Crustaceen in der vorzeitigen Ausbildung einer mächtigen Leber. Unter den Mollusken erscheinen in Folge beträchtlicher cenogenetischer Verfrühung auffallend bald die Kalkschalen und die Gehörbläschen; bei den Muscheln die Byssus-Drüse, bei den Schnecken die Radula. Bei den Echinodermen bilden sich oft unverhältnissmässig früh in der Ontogenese die Kalktheile des Skelets aus, die in der Phylogenese sicherlich späteren Ursprungs sind.

Umgekehrt erkennen wir eine ontogenetische Retardation oder Verspätung (wo in der Ontogenie das Organ verhältnissmässig später auftritt, als es ursprünglich in der entsprechenden Phylogenie der Fall gewesen sein muss) z. B. in folgenden Vorgängen: das späte Auftreten der Sexualdrüsen bei den meisten Metazoen, die sehr verspätete Ausbildung des Darmcanals und des Coeloms bei Vielen derselben. Ein sehr auffallendes Beispiel liefert die späte Bildung der Vorkammer-Scheidewand (Septum atriorum) im embryonalen Herzen der höheren Wirbelthiere, welche der Entstehung der Kammerscheidewand (Septum ventriculorum) nachfolgt. In der Phylogenie der Wirbelthiere ist umgekehrt die erstere der letzteren vorausgegangen, wie die Dipneusten, Amphibien und Reptilien beweisen.

Eine nicht minder wichtige Rolle spielen in der Keimesgeschichte der Wirbelthiere die ontogenetischen Ortsverschiebungen oder Heterotopien, die cenogenetischen Abänderungen der palingenetischen Raumfolge. Vor Allen kommen hierbei die Zellenwanderungen und Zellenverschiebungen innerhalb der primären und secundären Keimblätter in Betracht, sowie die secundären Ortsveränderungen der aus den Keimblättern entstehenden Organe. Eine grosse Rolle spielen die ersteren z. B. bei der Entstehung des „mittleren Keimblattes", des Mesoderms. Als das ursprüngliche palingenetische Verhältniss der Mesodermbildung habe ich in der Anthropogenie die Bildung der

vier secundären Keimblätter hingestellt, indem ich das Hautfaserblatt vom Exoderm, das Darmfaserblatt vom Entoderm ableitete. Beide Faserblätter zusammen, obwohl verschiedenen Ursprungs, verbinden sich secundär zum scheinbar einheitlichen Mesoderm. Die bekannte Spaltung des letzteren in Hautfaserblatt und Darmfaserblatt ist demnach ein tertiärer, kein primärer Vorgang. Wenn also jetzt (wie die meisten Ontogenisten annehmen) das Mesoderm als Ganzes aus einem der beiden primären Keimblätter allein entsteht und wenn das andere daran keinen Antheil nimmt, so ist das meiner Ansicht nach durch Heterotopie zu erklären, und zwar durch sehr frühzeitige (vielleicht schon während der Furchung eintretende) Zellenwanderung aus einem primären Keimblatt in das andere. Ebenso muss ich auch die (von den Meisten angenommene) ontogenetische Entstehung der Sexualdrüsen im Mesoderm als einen cenogenetischen Vorgang deuten, weil diese ursprünglich auf eines der beiden primären Keimblätter zurückzuführen und palingenetisch aus diesen entstanden sind. Auch die vorübergehende Trennung der Urwirbelplatten von den Seitenplatten, sowie viele auffallende Unterschiede in der Bildung der ersten Organ-Anlagen, welche wir bei ontogenetischer Vergleichung der verschiedenen Wirbelthier-Klassen wahrnehmen, dürften durch solche Heterotopien zu erklären sein.

Für Jeden, der das biogenetische Grundgesetz anerkennt und einen tiefen inneren Causalnexus zwischen Ontogenie und Phylogenie annimmt, bedarf es wohl kaum noch eines besonderen Hinweises darauf, welche ausserordentliche Bedeutung diesen bisher noch gar nicht gewürdigten Heterochronien und Heterotopien in der Ontogenie zukommt. Erst wenn man über diese merkwürdigen, bisher unbeachtet bei Seite gelassenen Thatsachen reiflich nachdenkt und den cenogenetischen Charakter derselben anerkennt, wird man das scheinbare Paradoxon verstehen, dass oft bei nahe verwandten Thieren die Ontogenie so beträchtliche Differenzen zeigt, und der Verlauf derselben so bedeutend von dem entsprechenden Verlauf der Phylogenie sich entfernt. Das letztere muss um so mehr der Fall sein und die ursprüngliche Palingenesis muss um so mehr in den Hintergrund treten, je zahlreicher und bedeutender sich jene cenogenetischen Zeitverschiebungen und Ortsverschiebungen im Laufe der Jahrtausende allmählig ausgebildet und zu complexen Phänomenen zusammengeballt haben. Ein solches complexes Phänomen ist z. B. die Bildung eines sogenannten „Primitivstreifs“ d. h. das frühzeitige und imponirende

Auftreten einer Summe von axialen Körpertheilen, welche an der Oberfläche des Keimes in der Hauptaxe derjenigen dipleuren (oder „bilateral-symmetrischen") Metazoen erscheinen, deren Körper den Formwerth einer Metamerenkette oder einer „gegliederten Person" besitzt[1]). Als solche höchst complexe Gesammt-Resultate, die sich aus zahlreichen und mannichfaltigen cenogenetischen Heterochronien und Heterotopien zusammensetzen, sind ferner offenbar viele Fälle von sogenannter „Zusammenziehung und Vereinfachung" der Ontogenesis zu deuten, wie sie z. B. Gegenbaur in der Bildung des Schädels und Gehirns bei den Wirbelthieren, Fritz Müller in der Gliederung und Differenzirung des Crustaceen-Körpers so einleuchtend nachgewiesen haben. Auch die scheinbar „directe Entwickelung", ist so zu erklären, welche die Cephalopoden (das Veliger-Stadium der Schnecken überspringend) uns darbieten; und ebenso diejenigen Echinodermen, welche den ursprünglichen Generationswechsel (oder die sogenannte „Metamorphose") der Mehrzahl dieses Stammes gegenwärtig nicht mehr besitzen.

Von besonderer Bedeutung dürfte für die richtige Würdigung der cenogenetischen Heterochronien und Heterotopien der Umstand sein, dass durch sie im Laufe der Zeit immer auffallender diejenigen Organe in den Vordergrund der Ontogenie gedrängt werden, welche für die betreffenden Hauptgruppen (Stamm, Classe, Ordnung) vorzugsweise charakteristisch und wichtig sind. So treten bei den Wirbelthieren unverhältnissmässig früh und mächtig die Chorda dorsalis und die Kiemenbogen auf; bei den Gliederthieren der sogenannte „Primitivstreif", die Metamerengrenzen und die Anlagen der gegliederten Extremitäten; bei den odontophoren Mollusken die Radula; bei vielen Echinodermen die Kalktheile des Skelets und die Anlagen des Ambulacral-Systems. Umgekehrt werden im Laufe der Jahrtausende immer mehr diejenigen Organe in den Hintergrund der Ontogenie gedrängt, welche die allgemeinste Bedeutung für sämmtliche Metazoen be-

1) Der sogenannte „Primitivstreif" hat demnach in den verschiedenen Thierstämmen eine ganz verschiedene Bedeutung, so namentlich bei den Anneliden und Arthropoden einerseits, bei den Vertebraten anderseits. Immer aber ist der Terminus „Primitivstreif" ein sehr unklarer Ausdruck für eine complexe Summe von Phänomenen, die theils palingenetischen, theils cenogenetischen Ursprungs sind. Die Unterscheidung von „Entwickelung mit oder ohne Primitivstreif", wie sie z. B. Leuckart, Claus und viele Andere für sehr wichtig halten, ist im Grunde ganz unwichtig und werthlos.

sitzen, vor Allem also Urdarm und Urmund in ihrer ursprünglichen Gestalt. Desshalb ist auch die reine, primordiale Gastrula (*Archigastrula*), welche durch Invagination einer einfachsten Blastula (*Archiblastula*) entsteht, vorzugsweise bei den niedersten, indifferentesten und ältesten Formen der verschiedenen Gruppen bis heute am getreuesten conservirt werden (Gastrophysema, Hartea, Sagitta, Phoronis, Argiope, Terebratula, Uraster, Toxopneustes, Ascidia, Amphioxus).

III. Palingenetischer Bildungsdotter und cenogenetischer Nahrungsdotter.

Die auffallendste und für die frühesten Keimungs-Processe der Metazoen weitaus wichtigste von allen cenogenetischen Erscheinungen ist die Ausbildung eines sogenannten „Nahrungsdotters", im Gegensatze zu dem „Bildungsdotter". Bei sehr vielen Thieren der verschiedensten Gruppen, namentlich aber bei den niederen und unvollkommneren (also phylogenetisch älteren) Formen fehlt ein separater Nahrungsdotter ganz und der Embryo entsteht einzig und allein aus dem „*Protoplasma*" der Eizelle, dem Bildungsdotter (*Morphoblastus* oder *Protolecithus*, *Vitellus formativus*). Zu diesem primären Bildungsdotter tritt nun aber bei vielen anderen Thieren, namentlich höheren und vollkommneren (also phylogenetisch jüngeren) Formen in sehr verschiedenen Klassen die besondere, zur Ernährung des Embryo dienende Vorrathsmasse, welche als „*Deutoplasma*" (van Beneden) sich zum Protoplasma der Eizelle hinzugesellt, der Nahrungsdotter (*Trophoblastus* oder *Metalecithus*, *Vitellus nutritivus*).

Diese Sonderung von Bildungsdotter und Nahrungsdotter bedingt von Anfang der Keimesentwickelung an höchst auffallende Unterschiede bei den verschiedenen, oft nahe verwandten Thierklassen (ja selbst oft bei nahe verwandten Thieren einer Klasse); Unterschiede, welche ihre Wirkung bald auf kürzere, bald auf längere Zeit des Embryolebens erstrecken, die palingenetische Identität der Keimesentwickelung bei nahe verwandten Thieren oft ganz verdecken und überhaupt eine Masse von Täuschungen hervorrufen. Wenn man das Chaos von widersprechenden Beobachtungen, unvereinbaren Ansichten und entgegengesetzten Meinungen überblickt, welches gegenwärtig die Keimesgeschichte der Thiere darbietet, — besonders in Betreff der frühesten und wichtigsten Stadien der Entwickelung, — so wird man wohl nicht irre gehen, wenn man in

der grossen Mehrzahl der Fälle die eigentliche Urquelle dieser Verwirrung in dem Auftreten des Nahrungsdotters und den davon abhängigen cenogenetischen Veränderungen sucht.

Je auffallender nun diese Unterschiede in den ersten Stadien der Keimesentwickelung sich darstellen, je mehr die Anwesenheit oder Abwesenheit eines Nahrungsdotters selbst nahe verwandte Thiere zu trennen scheint, desto wichtiger ist es, den cenogenetischen Charakter aller dieser secundären Veränderungen im Auge zu behalten und sich das ursprüngliche Bild der dadurch verdeckten palingenetischen Processe nicht trüben zu lassen. Denn in allen Fällen ist der Nahrungsdotter ein secundäres cenogenetisches Product, welches den primären palingenetischen Entwickelungsgang des Keimes zwar vielfach abändern und verdecken, aber dessen morphologische Bedeutung nicht im Mindesten abschwächen kann. Während viele Ontogenisten, geblendet durch die Grösse und die oft sehr complicirte Zusammensetzung des Nahrungsdotters, einen höchst wichtigen und selbst die Formbildung des werdenden Thieres unmittelbar beeinflussenden Körper in demselben erblicken, werden wir umgekehrt denselben stets nur als einen ganz untergeordneten Factor der Keimesgeschichte ansehen, der zwar für die Physiologie des Embryo höchst bedeutungsvoll sein kann, für die Morphologie hingegen werthlos ist.

Um das Verhältniss des Nahrungsdotters zur Eifurchung richtig zu beurtheilen, müssen wir uns stets an drei wichtige Grundsätze erinnern, erstens, dass das Ei ursprünglich stets eine einfache Zelle ist, zweitens, dass die Eifurchung nichts anderes als eine einfache oft wiederholte Zelltheilung ist, und drittens, dass der Nahrungsdotter zur primären Eizelle stets als ein secundäres Product hinzutritt, welches an den activen Veränderungen der ersteren nur einen mehr oder minder ausgedehnten passiven Antheil nimmt [1]). Als actives Element der Eifurchung können wir überall nur das Protoplasma und den

1) Die gegenwärtig zur Geltung gelangte Vorstellung, dass das Thier-Ei eine einfache lebendige Zelle und die Eifurchung eine wiederholte Zelltheilung ist, steht mit der Zellentheorie wie mit der Phylogenie in bestem Einklang. Die ganz entgegensetzten, wunderlichen, allgemeinen Ansichten, welche GOETTE kürzlich in seiner Keimungsgeschichte der Unke publicirt hat, werden jene fundamentale Ueberzeugung nicht erschüttern. Obwohl es kaum nöthig ist, meinen principiellen Gegensatz zu den meisten allgemeinen Anschauungen GOETTE's hier zu constatiren, thue ich es doch, weil seine speciellen Anschauungen über Gastrulabildung (und besonders über die Invagination der Gastrula) wesentlich mit den meinigen übereinstimmen.

Nucleus der Furchungszellen betrachten. Der Nahrungsdotter hingegen ist nur ein passiver Bestandtheil des Eies, eine Vorrathskammer oder ein Proviant-Magazin, aus dem der entstehende Embryo den Nahrungsstoff entnimmt. Allerdings kann bisweilen der Nahrungsdotter noch längere Zeit nach der erfolgten primären Furchung des Bildungsdotters einer secundären Zerklüftung unterliegen. Aber auch die so entstehenden wirklichen „Dotterzellen" spielen nur eine untergeordnete und passive Rolle gegenüber den formbildenden activen „Bildungszellen" der Keimblätter. Je nach dem verschiedenen Massen-Verhältniss, in welchem das „Deutoplasma" des Nahrungsdotters zu dem ursprünglichen „Protoplasma" der Eizelle hinzukommt, und je nach der verschiedenen Vertheilung des ersteren im letzteren wird derselbe an der Furchung einen sehr verschiedenen passiven Antheil nehmen.

Die Verhältnisse des Nahrungsdotters zur Eizelle und zur Eifurchung sind in den beiden Preisschriften von Edouard van Beneden [1]) und von Hubert Ludwig [2]) so ausführlich erörtert worden, dass wir hier nicht weiter darauf einzugehen brauchen, sondern einfach auf letztere verweisen können. Wenngleich unsere Auffassung in einigen Einzelheiten abweicht, stimmt sie doch in allem Wesentlichen mit derjenigen von van Beneden und Ludwig überein. Die zahlreichen neuen Beobachtungen über die verschiedenen Arten der Eifurchung, welche in jüngster Zeit angestellt worden sind, scheinen übrigens geeignet, die von van Beneden unterschiedenen Kategorien der Eifurchung, welche auf der (l. c. p. 260) von ihm gegebene Tabelle übersichtlich zusammengestellt sind, wesentlich zu vereinfachen. Wenn man die Gastrula als das gemeinsame Endresultat der Furchung bei sämmtlichen Metazoen im Auge behält, so dürfte die Unterscheidung derjenigen vier Hauptformen der Eifurchung und Gastrulabildung vorläufig genügen, welche ich in den beiden synoptischen Tabellen VI und VII (S. 407 und 408) zusammengestellt habe. Nur bei der „primordialen Eifurchung" bildet der active Bildungsdotter für sich allein, als primärer palingenetischer Organismus, das ganze Ei und den daraus hervorgehenden Keim. Bei den drei übrigen Furchungsformen hingegen, bei der inaequalen, discoidalen und superficialen Eifurchung tritt der passive Nahrungsdotter, als secundäres cenogenetisches Pro-

1) Edouard van Beneden, Recherches sur la Composition et la Signification de l'oeuf. Bruxelles 1870.

2) Hubert Ludwig, Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874.

duct, zu ersterem hinzu, bald nur theilweise und nicht scharf geschieden (inaequale Furchung), bald vollständig und scharf getrennt discoidale und superficiale Furchung).

10. Die vier Hauptformen der Eifurchung und Gastrulabildung.

I. Die primordiale Furchung und die Archigastrula (Taf. XXV).

Bei Beurtheilung der zahlreichen verschiedenen Formen, unter welchen die Eifurchung und die erste Anlage des embryonalen Körpers bei den verschiedenen Thieren auftritt, wird zuerst die Frage zu stellen und zu beantworten sein, ob wir eine einzige Form derselben als die ursprünglichste und als gemeinsamen Ausgangspunkt für die übrigen Formen betrachten dürfen. Wie die vergleichende Anatomie als Phylogenie der Organe die Aufgabe hat, alle stammverwandten entwickelten Formen einer natürlichen Hauptabtheilung, z. B. alle Wirbelthiere, auf eine gemeinsame ursprüngliche Stammform zurückzuführen, so stellt sich die vergleichende Ontogenie die entsprechende Aufgabe, auch die verschiedenen Formen der Eifurchung und Keimbildung bei allen Gliedern einer solchen Hauptabtheilung aus einer gemeinsamen ursprünglichen Grundform abzuleiten. Wer aber die monophyletische Descendenz nicht nur für alle Glieder eines Stammes fordert, sondern auch, unserer Hypothese folgend, die gemeinsame Abstammung aller Metazoen-Stämme von einer einzigen Stammform, der Gastraea annimmt, der muss auch dem entsprechend alle verschiedenen Keimformen sämmtlicher Metazoen auf eine ursprüngliche gemeinsame Gastrula zurückzuführen suchen.

Die Entstehung dieser einfachen, ursprünglichen und unverfälschten Gastrula liegt noch heute in der Keimesgeschichte zahlreicher niederer Thiere klar vor Augen und beweist sowohl durch die auf einander folgenden, überall wesentlich gleichen Stufen ihrer Bildung, wie durch ihre Verbreitung bei den niedersten, indifferentesten und ältesten Thierformen der verschiedenen Stämme, dass sie als der Ausgangspunkt für das Verständniss an die Spitze gestellt werden muss. Ich bezeichne daher diese älteste und wichtigste Form der Eifurchung als die primordiale, und die daraus hervorgegangene ursprüngliche Gastrula-Form als die Archigastrula (Taf. XXV).

Wir finden diese primordiale Form der Furchung und der reinen Gastrulabildung noch heute in vollständiger Uebereinstimmung wohl erhalten bei den niedersten Repräsentanten sämmtlicher Thierstämme: a) unter den Zoophyten (Coelenteraten) bei den Gastraeaden (*Gastrophysema*, Taf. XXV), bei verschiedenen Spongien, Hydroiden, Medusen und Corallen; b) unter den Würmern bei vielen niederen Wurmformen verschiedener Classen, z. B. Sagitta, Phoronis, Ascidia; c) unter den Mollusken bei den meisten (?) Spirobranchien, sowie vielleicht bei einigen Muscheln und Schnecken; d) unter den Echinodermen bei der grossen Mehrzahl dieses Stammes, soweit man nach den jetzt vorliegenden Untersuchungen schliessen darf; e) unter den Arthropoden bei einigen niederen Formen, sowohl Crustaceen (einige Branchiopoden) als Tracheaten (Pteromalinen?); f) unter den Wirbelthieren einzig und allein bei den Acraniern (Amphioxus). Um den Nachweis der weiten Verbreitung dieser primordialen Furchungsform und der daraus entstehenden *Archigastrula* hat sich vor Allen A. Kowalevsky verdient gemacht, der sie u. A. zuerst beobachtet hat bei Amphioxus, Phallusia, Asteracanthion, Ophiura, Echinus, Argiope, Phoronis, Sagitta, Actinia, Cereanthus, Pelagia, Cassiopeja, Rhizostoma u. s. w.

Wir dürfen es als eine ontogenetische Thatsache von höchstem morphologischen Interesse und von grösster phylogenetischer Bedeutung hervorheben, dass bei allen diesen Thieren, also bei Angehörigen sämmtlicher Metazoen-Stämme, ganz dieselbe Form der primordialen Furchung sich ebenmässig wiederholt und auf ganz gleiche Weise zur Entstehung einer und derselben Archigastrula-Form führt (Fig. 119, 120). In allen Fällen führt uns hier der palingenetische Process fünf auf einander folgende Hauptstadien der Keimbildung vor Augen, welche beim Mangel jeglicher cenogenetischen Störung unmittelbar auf die ältesten phylogenetischen Entwickelungsstufen sämmtlicher Metazoen bezogen werden können. Ich habe diese fünf ontogenetischen Stadien bereits früher, in der Natürlichen Schöpfungsgeschichte (S. 444) und in der Anthropogenie (S. 396) mit den fünf ersten Stufen der systematischen Entwickelung in Parallele gesetzt und demgemäss phylogenetisch gedeutet (Vergl. die V. Tabelle). Es scheint mir jetzt, mit Rücksicht auf das phylogenetische Verhältniss der primordialen Furchung zu den drei anderen Furchungs-Formen, zweckmässig, die besonderen Eigenthümlichkeiten jener fünf ältesten Formstufen bei den archiblastischen Eiern auch in deren Benennung

zum Ausdruck zu bringen und durch ein vorgesetztes „*Archi*" zu bezeichnen. Ich nenne demnach jene fünf palingenetischen Keimstufen der archiblastischen Eier, aus denen die entsprechenden cenogenetischen Keimformen der amphiblastischen, discoblastischen und periblastischen Eier erst secundär entstanden sind: 1. ***Archimonerula***, 2. ***Archicytula***, 3. ***Archimorula***, 4. ***Archiblastula*** und 5. ***Archigastrula*** (Vergl. die VI. Tabelle, S. 407).

Die Archimonerula (Taf. XXV, Fig. 111), das erste Stadium der primordialen Furchung, zeigt uns das befruchtete Ei, nach Verlust des Keimbläschens und nach Verschmelzung der Spermazellen mit der Dottermasse, in jenem denkbar einfachsten Formzustande, welcher der phylogenetischen Stammform des Moneres vollkommen entspricht. Ich habe schon früher wiederholt darauf hingewiesen, welche hohe Bedeutung in dieser Beziehung die Monerula besitzt und komme später nochmals darauf zurück. Hier sei nur noch besonders hervorgehoben, dass unter den vier Hauptformen der Monerula die Archimonerula allein das primordiale Formverhältniss vollkommen rein wiederholt. Da ein vom Bildungsdotter gesonderter Nahrungsdotter nicht nachzuweisen ist, müssen wir die Archimonerula als eine Cytode von denkbar einfachster morphologischer Beschaffenheit betrachten.

Ebenso stellt sich uns die Archicytula (Fig. 112), die zweite Keimungsstufe der archiblastischen Eier, als eine ganz einfache, indifferente Zelle dar; aus der Archimonerula durch Neubildung eines Nucleus entstanden. Diese Zelle, die sogenannte „erste Furchungszelle" zeigt in ihrem Protoplasma ebenfalls keinerlei Differenz von Morpholecithus und Tropholecithus. Bei der weitern Entwickelung unterliegt diese Zelle einer vielfach wiederholten, vollkommen regelmässigen Zellentheilung, so dass zuerst 2, dann 4, darauf 8, 16, 32, 64, 128 Zellen u. s. w. entstehen. Diese Furchungszellen bleiben bis zur Beendigung des Furchungs-Processes völlig gleich und lassen keinerlei Unterschiede erkennen (Fig. 113, 114).

Die Archimorula, das dritte Stadium des primordialen Furchungs-Processes (Fig. 115), zeigt uns demzufolge eine „maulbeerförmige oder brombeerförmige" solide Kugel, welche aus lauter gleichen indifferenten Zellen zusammengesetzt ist. Irgend welche Differenzen zwischen plastischen und trophischen Furchungskugeln, zwischen „Bildungszellen" und „Nahrungszellen", sind auch nach vollständig beendigter Furchung an diesem kugeligen Zellenhaufen durchaus nicht wahrzunehmen.

Dasselbe gilt auch noch von den sämmtlichen Zellen, welche den Keim der vierten Stufe, die Archiblastula zusammensetzen (Taf. XXV, Fig. 116; Taf. XIX, Fig. 20, 29, Taf. XV, Fig. 41).

Die gleichartigen Zellen welche bisher dicht zusammengedrängt die solide Morula bildeten, sind jetzt durch Ansammlung von Flüssigkeit oder Gallert im Inneren der Maulbeerkugel aus einander getreten und haben sich sämmtlich an die Peripherie derselben begeben. Der Keim stellt demnach jetzt eine mit Flüssigkeit gefüllte Hohlkugel dar, deren Wand aus einer einzigen Schicht von gleichartigen Zellen besteht. Die davon umschlossene Höhle ist die Furchungshöhle oder BAER'sche Höhle; *Blastocoeloma*, *Cavum segmentationis*). Die einfache, gleichartige, epithelförmige Zellenschicht ist die Keimhaut oder das *Blastoderma*. Irgend welche formbestimmende Axen und überhaupt irgend welche Differenzen verschiedener Körpertheile sind an dieser Keimform noch nicht vorhanden. Zwar dürfen wir auf Grund der nachfolgenden Invagination annehmen, dass physiologische (resp. physikalische und chemische) Differenzen zwischen animalen und vegetativen Zellen an den beiden Hälften der Hohlkugel bereits bestehen. Aber morphologisch sind diese virtuellen Verschiedenheiten noch nicht ausgeprägt und treten erst bei der nun folgenden Bildung der Archigastrula actuell in die Erscheinung.

Die Archigastrula bildet die fünfte Stufe der primordialen Furchung (Taf. XIX, Fig. 17, 21, 22, 23, 25, 31, 33; Taf. XX, Fig. 43, 44; Taf. XXV, Fig. 119, 120). Der einaxige blasenförmige Keim umschliesst eine einfache einaxige Höhle, den Urdarm (*Progaster* oder *Protogaster*, *a*). Dieser ist an dem einen (animalen) Pole der Axe geschlossen; an dem anderen (vegetativen) Pole derselben mündet er durch eine einfache Oeffnung nach aussen: Urmund (*Prostoma* oder *Protostoma*, *o*). Die Wand der Urdarmhöhle (die Darmwand und Leibeswand zugleich ist), besteht aus zwei verschiedenen, eng an einander liegenden Zellenschichten, den beiden primären Keimblättern: aussen Hautblatt oder *Exoderma* (auf Taf. XIX und XX blau gezeichnet); innen Darmblatt oder *Entoderma* (auf beiden Tafeln roth gezeichnet). Die Zellen des Hautblattes oder die „animalen Keimzellen" sind gewöhnlich zahlreicher, kleiner, heller und weniger reich an Körnchen, als die Zellen des Darmblattes oder die „vegetativen Keimzellen".

Die Entstehung der Archigastrula aus der Archiblastula erfolgt ursprünglich stets durch Einstülpung oder Invagina-

tion (*Gastrula invaginata*, Ray-Lankester). Diese bedeutungsvolle Einstülpung hat zuerst Kowalevsky bei den angeführten Repräsentanten aller Typen beobachtet. Ausserdem ist sie aber auch von vielen anderen Beobachtern bei den verschiedensten Metazoen nachgewiesen worden. Ich selbst habe diesen Process in ganz übereinstimmender Form bei *Gastrophysema* (Fig. 118), bei mehreren Corallen (Actinia, Hartea), bei Echinus und bei Phallusia beobachtet, und mich. von der Richtigkeit der übereinstimmenden Beobachtungen von Carl Rabl bei Limnaeus überzeugt (Fig. 29—31). Die Invagination beginnt stets damit, dass an einer bestimmten (physiologisch determinirten, aber morphologisch noch nicht differenzirten) Stelle der Oberfläche sich im Blastoderm eine kleine kreisrunde Grube bildet. Diese vertieft sich durch fortschreitende Einstülpung zu einer Höhle, die sich auf Kosten der dadurch verdrängten Furchungshöhle vergrössert. Letztere schwindet zuletzt ganz und nunmehr ist der Urdarm der einzige Hohlraum des Gastrula-Körpers. Jedoch bleibt bei mancher Archigastrula (z. B. von vielen Echinodermen, Fig. 33) die Einstülpung unvollständig und bleibt auch noch ein Rest der Furchungshöhle (*s*) neben der Urdarmhöhle (*a*) bestehen.

Mit der Einstülpung der Blastula tritt die erste Axenbildung im Keim auf, der Gegensatz zwischen oralem und aboralem Körperende. Da der Urmund der Gastrula bei allen Metazoen an dem späteren aboralen Ende der Längsaxe zu liegen scheint, so muss auch dieser vegetative Pol eigentlich als aboraler bezeichnet werden. Indem durch die fortschreitende, vom Protostom-Pol gegen den Oral-Pol gerichtete Einstülpung der Blastula die Furchungshöhle Schritt für Schritt sich verengt und schliesslich verschwindet, legt sich zugleich das eingestülpte, innere, vegetative Blatt (*Entoderma*) unmittelbar an das nicht eingestülpte, äussere, animale Blatt (*Exoderma*) an. Der höchst bedeutungsvolle fundamentale Gegensatz zwischen den beiden primären Keimblättern, der in den beiden Hemisphären der Archiblastula physiologisch jedenfalls schon vorhanden war, also potentiell existirte, tritt durch die Invagination der Archigastrula zuerst actuell in die Erscheinung und wird morphologisch offenbar.

Von ganz besonderer Bedeutung für die Organogenie und Histogenie der Metazoen ist der Mundrand der Archigastrula, oder genauer gesagt der Urmundrand (*Properistoma*). So nenne ich den kreisförmigen Ring, in welchem das Entoderm in das Exoderm

unmittelbar übergeht. Er ist identisch mit dem viel besprochenen und höchst wichtigen „Randwulst oder Keimwulst" der discoblastischen Metazoen und verdient als erster Ausgangspunkt für die ältesten Anlagen der wichtigsten Mesoderm-Producte ganz besondere Berücksichtigung. Innerhalb dieses Urmundrandes, in dem ringförmigen Falze zwischen Entoderm und Exoderm, sondern sich von den primären Keimblättern zuerst einige grosse Zellen ab, welche die früheste Grundlage des Mesoderm bilden.

II. Die inaequale Furchung und die Amphigastrula (Taf. XXIV).

An die primordiale Segmentation schliesst sich zunächst diejenige Form an, die ich in der Anthropogenie als inaequale Furchung bezeichnet habe, und deren Product die *Amphigastrula* ist. Bisher hat man diese wichtige Form der Eifurchung mit der primordialen unter dem Gesammtbegriff der „totalen Furchung" vereinigt, obleich sie sehr wesentlich von der letzteren verschieden ist. Allerdings sind beide Furchungsformen durch eine continuirliche Reihe von vermittelnden Zwischenformen mit einander verbunden; wie auch zweifellos die inaequale aus der primordialen phylogenetisch entstanden ist. Allein nicht nur das Endproduct ist sehr verschieden, sondern auch der Furchungs-Process selbst schlägt entweder von Anfang an oder doch während seines Verlaufes eine wesentlich verschiedene Richtung ein.

Am längsten bekannt und am genauesten untersucht ist die inaequale Furchung bei den Fröschen und anderen Amphibien; in ganz gleicher Form ist sie später bei Petromyzon und bei Accipenser wiedergefunden worden. Wahrscheinlich dürfte sie auch bei den Dipneusten sich finden. Auch die Furchung der meisten Säugethiere (wahrscheinlich aller Placentalthiere) ist in diese Gruppe zu rechnen. Somit besitzt die inaequale Furchung unter den Wirbelthieren eine ausgedehnte Verbreitung. Unter den Wirbellosen finden wir ganz dieselbe ungleiche Segmentation zunächst bei der grossen Mehrzahl der Mollusken wieder; bei den meisten Schnecken und Muscheln, wahrscheinlich auch bei einigen Cephalopoden und vielen Brachiopoden. Unter den Arthropoden ist dieselbe, wie es scheint, bei den niederen Crustaceen und Tracheaten ziemlich verbreitet, jedoch in den meisten Fällen nicht hinreichend genau untersucht. Im Stamme der Echinodermen scheinen nur wenige Formen (z. B. einzelne Asteriden und Holo-

thurien mit abgekürzter, sogenannter „directer“ Entwickelung) dieselbe zu besitzen. Dagegen ist sie unter den Würmern sehr verbreitet und wahrscheinlich der grossen Mehrzahl derselben eigen (Anneliden, Gephyreen, Rotatorien, Nematoden, Acoelomen u. s. w.). Wie weit die inaequale Furchung unter den Pflanzenthieren verbreitet ist, lässt sich zur Zeit noch nicht übersehen; die Ctenophoren und Siphonophoren liefern ausgezeichnete Beispiele; doch scheint sie auch bei anderen Hydromedusen, bei Corallen und Spongien häufig vorzukommen.

Meine eigenen Untersuchungen über inaequale Furchung und Amphigastrula-Bildung betreffen vorzugsweise einige Siphonophoren, Anneliden, Crustaceen, Gasteropoden und Amphibien. Als vorzugsweise geeignete Paradigmata stütze ich mich in der folgenden Darstellung hauptsächlich auf einen röhrenbewohnenden Borstenwurm (*Fabricia*, aus der Familie der Sabelliden; Taf. XXIV, Fig. 91—102), und auf eine gasteropode Schnecke (wahrscheinlich *Trochus* oder ein verwandtes Genus, Taf. XXIV, Fig. 103—110. Der Laich beider Thiere war auf den Strandfelsen von Ajaccio nicht selten und eignete sich bei der geringen Grösse der Eier und der mässigen Undurchsichtigkeit der Nahrungszellen besonders zur Verfolgung der Gastrulabildung. Insbesondere gewährten Präparate, welche mit Carmin und Hämatoxylin gefärbt waren und dann längere Zeit in Glycerin gelegen hatten, sehr befriedigende Ansichten.

Obgleich die inaequale Furchung sich einerseits an die primordiale eng anschliesst und durch zahlreiche vermittelnde Zwischenstufen unmittelbar mit ihr verbunden ist, so erscheint sie doch anderseits früher oder später wesentlich verschieden und bietet eben so allmähliche Uebergangs-Formen zur discoidalen Furchung. Ihre wesentliche Eigenthümlichkeit besteht darin, dass sich früher oder später, entweder schon im Beginn oder im weiteren Verlaufe des Furchungsprocesses, jedenfalls vor Ablauf desselben, ein Gegensatz zwischen der animalen und der vegetativen Hälfte des Eies offenbart und somit auch eine durch diesen Gegensatz beider Pole charakterisirte Axe entsteht. Bei der primordialen Furchung tritt dieser Gegensatz und die Bildung der ersten Axe erst viel später auf, nämlich nachdem die Blastula ausgebildet ist und sich einzustülpen beginnt. Bei sehr vielen amphiblastischen Eiern ist der Gegensatz zwischen animaler und vegetativer Hemisphäre sogar schon vor Beginn der Furchung erkennbar, indem diejenige (meist untere, weil schwerere) Hälfte der Eizelle, aus der später die Entodermzellen hervorgehen, sich durch besondere Fär-

bung (Anhäufung von Pigmentkörnern) oder durch Ansammlung einer grösseren Menge von Fettkörnern oder von eigenthümlichen Formelementen des Dotters auszeichnet; hingegen vermisst man diese in der entgegengesetzten (meist oberen und helleren) Hälfte der Eizelle, welche den Kern umschliesst, und welche später das Material für die Exodermzellen liefert. Stets offenbart sich bei den amphiblastischen Eiern der Antagonisums zwischen jenen vegetativen und diesen animalen Zellen früher oder später dadurch, dass die ersteren sich langsam, die letzteren rascher vermehren. Immer aber ist trotzdem die Furchung vollständig, und es bleibt kein Rest von ungefurchtem Nahrungsdotter zurück, wie bei den discoblastischen und cryptoblastischen Eiern.

In jenen Fällen, wo das Deutoplasma der vegetativen Eihälfte sich durch Pigmentirung oder Reichthum an dunkeln Fettkörnern u. dergl. auffallend von dem hellen Protoplasma der animalen Eihälfte unterscheidet, wie bei unserer Fabricia, ist auch schon der Cytoden-Zustand der befruchteten Eizelle als Amphimonerula deutlich charakterisirt (Taf. XXIV, Fig. 91). Vom Amphibien-Ei hat Goette dieselbe Amphimonerula abgebildet (Ontogenie der Unke, Atlas Taf. I, Fig. 13).

Die Amphicytula (Fig. 92), die „erste Furchungskugel" des amphiblastischen Eies, ist in diesen Fällen natürlich gleicherweise schon an der Differenz der animalen und vegetativen Hemisphäre erkennbar. In der ersteren liegt der neugebildete Kern. Gewöhnlich spricht sich dann die Differenz beider Hemisphären auch schon beim Beginne der Furchung darin aus, dass die erste Theilungs-Ebene die Amphicytula in zwei ungleiche Hälften theilt, eine kleinere animale Zelle (die Mutterzelle des Exoderm) und eine grössere vegetative Zelle (die Mutterzelle des Entoderm). Das ist bei vielen Anneliden der Fall (Fabricia, Fig. 93), und ebenso bei Rotatorien und Gephyreen. Gewöhnlich theilt sich dann zunächst bloss die kleinere animale Zelle weiter (in 2, 4, 8 u. s. w.), während die grössere vegetative Zelle erst später nachfolgt (Fig. 94, 95, 96). Bei vielen anderen amphiblastischen Eiern (besonders von Mollusken) sind die ersten vier oder acht Furchungskugeln von gleicher Grösse und erst bei der weiteren Theilung der Furchungskugeln treten allmählich die Unterschiede zwischen den animalen und vegetativen Zellen hervor. Sehr häufig sind hier namentlich die vier ersten Furchungszellen, welche durch zwei auf einander senkrechte Meridianfurchen getrennt werden, gleich gross (Fig. 103). Dann aber entsteht eine Ringfurche nicht im Aequator

des Eies, sondern diesem parallel, näher dem animalen Pol, so dass jede dieser vier Furchungskugeln (eigentlich Kugel-Quadranten) in zwei verschiedene Hälften zerfällt, eine obere (animale) kleinere, und eine untere (vegetative) grössere Hälfte (Fig. 104, 105). Die vier kleineren Zellen bilden die erste Grundlage des Exoderms, die vier grösseren diejenige des Entoderms (Fig. 34). Im weiteren Verlaufe theilen sich die ersteren stets rascher als die letzteren, so dass am animalen Pole der Eiaxe eine grössere Anzahl von kleineren Zellen, am vegetativen eine kleinere Anzahl von grösseren Zellen zu finden ist. So folgt z. B. bei unserem Trochus-Ei (wie bei sehr vielen anderen Schnecken-Eiern) auf das achtzellige Stadium (Fig. 104, 105) ein Stadium, in welchem acht animale auf vier vegetativen Zellen liegen (Fig. 106, 107); später ein Stadium mit sechzehn animalen und acht vegetativen Zellen (Fig. 108). Wenn die Theilungsfähigkeit der vegetativen Zellen schon frühzeitig erlahmt, während diejenige der animalen Zellen fortdauert, so geht die inaequale Furchung allmählich in die discoidale über. Im Uebrigen bietet dieselbe eine grosse Anzahl specieller Verschiedenheiten dar, auf welche einzugehen nicht im Bereiche unseres Zieles hier liegt. Die bekannten zahlreichen Arbeiten über die Eifurchung der Amphibien, der Schnecken, Anneliden, Rotatorien u. s. w. schildern eine Fülle von mehr oder minder auffallenden, meist aber unwichtigen Modificationen.

Die Amphimorula, welche aus dieser inaequalen Furchung des amphiblastischen Eies hervorgeht, erscheint stets bereits als ein einaxiger (monaxonier) Körper, dessen beide Pole meist schon äusserlich, immer aber auf einem durch die Axe gehenden Meridian-Schnitt eine wesentlich verschiedene Zusammensetzung zeigen (Fig. 97 und 108). Die animale Hemisphäre zeigt sich aus einer bedeutenden Anzahl kleiner (meist helleren) Zellen („Bildungszellen"), die vegetative Hemisphäre hingegen aus einer geringen Anzahl grosser (meist dunkleren) Zellen zusammengesetzt („Nahrungszellen"). Erstere repräsentiren den animalen „Bildungskeim", die Exoderm-Anlage, letztere den vegetativen „Nahrungskeim", die Entoderm-Anlage. In vielen Fällen der amphiblastischen Furchung tritt schon frühzeitig im Inneren der Zellenmasse die „Furchungshöhle (*s*) auf, so dass die Amphimorula unmerklich in die Amphiblastula übergeht; so z. B. bei den Amphibien (Fig. 51) und Cyclostomen (Fig. 45, 46).

Die Amphiblastula, das vierte Stadium der inaequalen Furchung, ist von der Amphimorula wesentlich nur durch die voll-

ständige Ausbildung jener excentrischen, mit Flüssigkeit gefüllten „Furchungshöhle" verschieden. Während diese „Segmentationshöhle oder BAER'sche Höhle" häufig, wie bemerkt, schon frühzeitig oder selbst im Beginne des Furchungsactes zwischen den aus einander weichenden Furchungskugeln erscheint, so gelangt sie dagegen in vielen anderen Fällen erst nach beendigter Furchung zur selbstständigen Abrundung und Abgrenzung (Fig. 26, 27, 98, 109). Es treten dann die Furchungszellen an die Peripherie der im Inneren sich ausdehnenden Höhle, deren Wand sie bald in einschichtiger, bald in mehrschichtiger Lage zusammensetzen. Einschichtig ist z. B. die Wand der Amphiblastula bei Unio (Fig. 26, 27), wo eine einzige colossale, erst später sich theilende Entodermzelle den Schlussstein eines Gewölbes von zahlreichen kleinen Exodermzellen bildet. Mehrschichtig ist dagegen die Wand der Amphiblastula bei den Amphibien und Cyclostomen, wo der animale Eipol nach oben, der vegetative nach unten gerichtet ist, und wo die Furchungshöhle (*s*) eine fast halbkugelige Form hat (Fig. 45, 46, 47 von Petromyzon, Fig. 51, 52 von Bombinator). Hier wird die halbkugelig gewölbte „Decke der Furchungshöhle" von den kleineren Exodermzellen, der ebene „Boden" derselben von den grösseren Entodermzellen in mehrfacher, oft vielfacher Schicht gebildet. Je nachdem eine grössere oder geringere Menge von Flüssigkeit sich im Inneren ansammelt, wird die Furchungshöhle grösser oder kleiner. In vielen Fällen ist sie von so geringer Ausdehnung, dass sie bisher übersehen worden ist, und nicht selten kommt sie gar nicht zur Erscheinung, indem die Furchungszellen bis nach beendigter Segmentation überhaupt nicht aus einander weichen. Solche Fälle sind durch abgekürzte Vererbung zu erklären. Die Amphimorula geht dann direct in die Amphigastrula über.

Die Amphigastrula, das fünfte Stadium der inaequalen Furchung, ist ebenso wie die Amphiblastula und die Amphimorula bei den verschiedenen amphiblastischen Eiern von sehr mannichfaltiger Beschaffenheit (Fig. 18, 19, 24, 28, 32, 47, 48, 53, 100, 101, 110). Diese inaequale oder amphiblastische Gastrula ist bald kugelig, bald ellipsoid; bald einaxig, bald kreuzaxig (und zwar dipleurisch); sie umschliesst einen primitiven Urdarm (*Protogaster*), welcher bald leer, bald theilweise oder selbst ganz mit Entodermzellen erfüllt ist. Am vegetativen Pole der primären Axe öffnet sich der Urdarm meistens durch eine Mündung nach aussen. Jedoch kann dieser Urmund (*Protostoma*) auch fehlen, wenn er durch einen „Dotterpfropf" von Entoderm-Zellen verstopft

ist (Fig. 53). Die Furchungshöhle kann eine Zeitlang noch neben der Urdarmhöhle, mit der sie nicht communicirt, fortbestehen. In diesem Falle wird fortdauernd ein Theil ihrer Wand (die „Decke") von Exoderm-Zellen, der andere Theil (der „Boden") von Entoderm-Zellen gebildet (Fig. 47, 53).

Die Amphigastrula entsteht aus der Amphiblastula entweder durch Einstülpung (*Embole*, richtiger *Entobole*) oder durch Umwachsung (*Epibole*). Durch Einstülpung (Entobolie oder Invagination) bildet sich die Amphigastrula bei der inaequalen Furchung ganz ebenso, wie die Archigastrula bei der primordialen Furchung. Der Unterschied ist nur der, dass schon bei der Amphiblastula der Einstülpungspunkt am vegetiven Pole der Eiaxe durch die grösseren Zellen ausgesprochen ist, während dies bei der Archiblastula noch nicht der Fall ist. Die erstere steht der letzteren um so näher, je geringer die Grössen-Differenzen zwischen den beiderlei Furchungszellen sind. Werden diese Differenzen sehr bedeutend, und überwiegt das Volum der grossen vegetativen „Nahrungszellen" ganz unverhältnissmässig das Volum der kleinen animalen „Bildungszellen", so scheint bei der Gastrula-Bildung das peripherisch sich ausdehnende Exoderm die voluminöse Masse der „Dotterzellen" zu umwachsen und der ganze Vorgang imponirt äusserlich als Umwachsung (Epibolie oder Circumcrescenz). In Wahrheit ist aber dieser Process nicht wesentlich von der „Einstülpung" zu unterscheiden, vielmehr lässt er sich stets auf letztere zurückführen. Die *Amphigastrula circumcreta* der Amphibien und Cyclostomen, sowie mancher Schnecken, welche mittelst „Umwachsung der Dotterzellen durch die Keimzellen" entsteht, und die *Amphigastrula invaginata* vieler Schnecken, Würmer und Zoophyten, welche durch „Einstülpung der Dotterzellenmasse in die Keimhöhle" entsteht, sind wesentlich nicht verschieden. Ueberall ist der Process ursprünglich und wesentlich eine „Einstülpung" oder Invagination; nur durch die unverhältnissmässige Grösse der Nahrungszellen wird diese Entobolie oft verdeckt und imponirt dann, äusserlich betrachtet, als „äussere Umwachsung" oder Epibolie.

Am längsten bekannt und am genauesten untersucht ist die Amphigastrula der Amphibien, über welche schon vor 20 Jahren Remak in seinen classischen „Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere" höchst wichtige Aufschlüsse und neuerdings Goette in der Ontogenie der Unke die genauesten Darstellungen gegeben hat (Fig. 52, 53). Die „sichelförmige oder elliptische

[illegible]

[illegible] gebildet wird. [illegible] Differenzirung [illegible] Furchungshöhle durch das [illegible] Entoderm ausgefüllt wird.

[illegible] der cenogenetische [illegible] dass der Urdarm aber bei den Amphibien und Cyclostomen [illegible] nämlich einseitig gegen die Eiaxe gekrümmt [illegible] wird, und somit schon eine Differenzirung der beiden secundären [illegible] (Sagittal-Axe und Dorsoventral-Axe) gegeben ist, [illegible] dipleuren oder bilateralen [illegible] Typus auftreten. Hingegen bleibt bei vielen Mollusken und Würmern insofern das palingenetische Verhältniss erhalten, als der gerade Urdarm central eingestülpt wird, seine Axe mit der Eiaxe zusammenfällt, und somit die Amphigastrula (gleich der Archigastrula) anfangs einaxig ist und erst durch spätere Differenzirung dipleurisch wird.

Ein anderer wichtiger Unterschied betrifft das Verhalten der Entodermzellen zur Darmbildung. Es wird nämlich bei einer Abtheilung der amphiblastischen Eier das **gesammte Entoderm** zur **Bildung der Darmwand** selbst verwendet, während bei

einer anderen (wohl viel grösseren) Abtheilung derselben nur ein Theil des Entoderms zur Bildung der Darmwand („Darmdrüsenzellen") direct verwendet wird, ein anderer Theil nur indirect benutzt, nämlich von den ersteren aufgezehrt und als „Dotterzellen" verbraucht wird. Hierin verhalten sich aber wiederum die amphiblastischen Eier zweifach verschieden, indem die „Proviantzellen" bald nach innen, bald nach aussen von den Darmdrüsenzellen liegen, welche in der Bildung der Darmwand aufgehen.

Im ersteren Falle liegen die Proviantzellen in der Urdarmhöhle, welche sie oft ganz ausfüllen, und werden von den ringsum die Darmwand bildenden äusseren Entodermzellen aufgezehrt (z. B. Euaxes, Purpura). Im letzteren Falle hingegen liegen die Proviantzellen in der Furchungshöhle, welche sie bald theilweise, bald ganz ausfüllen, und werden durch die äussere Fläche der innen anliegenden Darmdrüsenzellen resorbirt (so bei vielen Würmern, Mollusken und bei den meisten (?) amphiblastischen Arthropoden).

Sehr verschieden ist ferner das Verhältniss der Zellenschichtung in den beiden primären Keimblättern der Amphigastrula. Bei den älteren und ursprünglicheren Formen derselben, welche sich am nächsten an die Archigastrula anschliessen, besteht sowohl Exoderm als Entoderm (gleichwie bei der letzteren) nur aus einer einzigen Zellenschicht (z. B. Unio Fig. 28, Fabricia Fig. 100). Häufiger besteht schon von Anfang der Gastrulabildung an jedes der beiden primären Keimblätter (oder auch nur eins von beiden) aus zwei, drei oder mehreren Zellenschichten (z. B. Petromyzon Fig. 47, Bombinator Fig. 53, Trochus Fig. 110).

Wie weit alle diese verschiedenen Modificationen der Amphigastrula bei den verschiedenen Metazoen-Gruppen verbreitet sind, lässt sich heute noch nicht ermessen, da die bezüglichen Beobachtungen (hauptsächlich wegen der Undurchsichtigkeit der grossen dunkeln Proviantzellen) schwierig und in den meisten Arbeiten nicht hinreichend klar dargestellt sind. Dasselbe gilt auch von der sehr wichtigen Frage, wie sich hier der primäre Urdarm (*Protogaster*) zum secundären Nachdarm (*Metagaster*), sowie die Oeffnung des ersteren (der Rusconi'sche After) zum bleibenden After verhält. Wir kommen später hierauf zurück.

Als besondere Modification der inaequalen Furchung dürfte wohl diejenige der Säugethiere und mancher Würmer zu betrachten sein. Auf die eigenthümliche Segmentation der Säugethiere, welche ich in der Anthropogenie (S. 166) als pseudototale unterschieden habe, werde ich nachher (bei specieller Besprechung

der Gastrula der Wirbelthiere) näher eingehen. Diejenige Form, die ich ebendaselbst als seriale Furchung bezeichnet habe, und die sich im Beginne durch die Vermehrung der Furchungszellen in arithmetischer Progression auszeichnet (so z. B. bei vielen Räderthieren und anderen Würmern) ist durch unmittelbare Zwischenformen mit der gewöhnlichen (in geometrischer Progression beginnenden) inaequalen Furchung verknüpft. Ausdrücklich muss endlich nochmals hervorgehoben werden, dass die inaequale Furchung mit allen drei übrigen Hauptformen der Eifurchung durch vermittelnde Zwischenformen verbunden ist; so zwar, dass sie gegenüber der primordialen als spätere, gegenüber der discoidalen und superficialen Segmentation als frühere Furchungsform erscheint. Die Amphigastrula ist daher einerseits mit der Archigastrula, andererseits mit der Discogastrula und Perigastrula durch eine Reihe von Uebergangsformen eng verknüpft.

III. Die discoidale Furchung und die Discogastrula (Taf. XXI, XXII).

Wie man die beiden vorstehend untersuchten Formen der Eifurchung, die primordiale und inaequale, trotz ihrer bedeutenden Verschiedenheit bisher allgemein als totale Segmentation zusammenfasste, so hat man auch die nunmehr folgenden beiden Formen der discoidalen und superficialen Furchung stets unter dem Begriffe der partiellen Furchung vereinigt. Die letzteren beiden sind aber nicht weniger von einander verschieden, als die ersteren beiden. Gemeinsame Eigenthümlichkeit der discoidalen und superficialen Furchung ist die Ausbildung eines selbständigen grossen „Nahrungsdotters", der mehr oder minder scharf gesondert von dem „eigentlichen Keime" oder Bildungsdotter sich absetzt. Bei der primordialen und inaequalen Furchung soll nach der herrschenden Ansicht dieser Gegensatz noch fehlen. Indessen gilt das eigentlich nur für die primordiale Furchung. Bei der inaequalen Furchung ist, wie wir gesehen haben, derselbe vielmehr ebenfalls vorhanden; nur ist die Sonderung des Bildungs- und Nahrungs-Dotters nicht so vollständig. Bei vielen amphiblastischen Eiern, sondern sich bereits von den Darmdrüsenzellen der Darmwand andere Entodermzellen ab, welche die beginnende Bildung eines selbstständigen Nahrungsdotters einleiten. Auch sind zwischen jenen Formen der Amphigastrula, welche eine sehr ansehnliche Masse von Proviantzellen besitzen und jenen Formen der Discogastrula,

bei denen der Nahrungsdotter noch relativ klein ist, so zahlreiche Zwischenstufen zu finden, dass eine scharfe Grenze gar nicht zu ziehen ist.

Die discoidale Furchung spielt die grösste Rolle im Stamme der Wirbelthiere, wo sie sich bei den meisten echten Fischen, insbesondere allen (?) Selachieren und Teleostiern findet, ferner bei sämmtlichen Reptilien und Vögeln, und wahrscheinlich auch bei den niederen Säugethiern, den Monotremen und Didelphien (?). Ausserdem finden wir sie im Stamme der Mollusken bei den Cephalopoden; auch die eigenthümliche Furchung einer Anzahl von höheren Arthropoden, welche nicht die vorherrschende superficiale Furchung dieser Gruppe theilen, ist als discoidale aufzufassen (z. B. unter den Crustaceen bei vielen Copepoden und Isopoden, unter den Tracheaten beim Scorpion, einigen Spinnen und einer Anzahl von Insecten).

Bei allen Eiern, welche der discoidalen Furchung unterliegen und demgemäss eine Discogastrula ausbilden, sehen wir den Gegensatz zwischen „Bildungsdotter" und „Nahrungsdotter" schon sehr frühzeitig während der Ausbildung des Eies im Eierstock sich entwickeln. Das reife unbefruchtete Ei zeigt uns stets eine voluminöse Masse von Nahrungsdotter (*Deutoplasma*) und auf dieser aufliegend eine verhältnissmässig geringe Menge von Bildungsdotter, das eigentliche *Protoplasma* der Eizelle, welches deren Kern, das Keimbläschen, umschliesst. Die genauere Untersuchung lehrt jedoch, dass ursprünglich stets eine dünne Schicht des Protoplasma die gesammte Masse des voluminösen Deutoplasma überzieht, so dass das Ei trotz seiner ausserordentlichen Grösse doch den morphologischen Werth einer einzigen Zelle behält. Mag der Nahrungsdotter der discoblastischen Eier noch so mächtig sein und mag derselbe noch so viele verschiedene Formbestandtheile (Dotterplättchen, Fettkugeln u. s. w.) einschliessen, so wird dadurch die einzellige Natur der ganzen grossen Zelle doch nicht aufgehoben, so wenig als der einzellige Charakter der Infusorien dadurch vernichtet wird, dass sie andere einzellige Organismen oder Bestandtheile von solchen gefressen haben. An demjenigen discoblastischen Objecte, welches am häufigsten und genauesten untersucht wurde und trotzdem die meisten Irrthümer und Missverständnisse hervorgerufen hat, am Vogel-Ei hat schon Gegenbaur[1])

1) Gegenbaur, Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthier-Eier mit partieller Dotterfurchung (Archiv für Anat. Phys. 1861, S. 491). Die An-

(1861) die Einzelligkeit klar dargethan; Edouard van Beneden und H. Ludwig (in den citirten Preis-Arbeiten) haben dieselbe noch ausführlicher begründet.

Die noch gegenwärtig herrschende irrthümliche Auffassung der discoblastischen Eier und ihrer discoidalen Furchung beruht offenbar wesentlich darauf, dass der gewaltige Nahrungsdotter theils wegen seiner unverhältnissmässigen Grösse, theils wegen seiner eigenthümlichen Zusammensetzung den meisten Beobachtern nicht als das erschien, was er wirklich ist: nämlich ein untergeordneter secundärer Bestandtheil der Eizelle; — sondern vielmehr als ein dem „Bildungsdotter oder Keime" coordinirter oder gar superordinirter Körper; ja viele ältere Beobachter, stets von der grossen gelben Dotterkugel des Hühner-Eies mit ihren verschiedenartigen Form-Bestandtheilen ausgehend, hielten denselben für das Wichtigste am ganzen Ei. In der That aber ist der ganze grosse Nahrungsdotter mit allen seinen Einschlüssen doch nur ein Inhalts-Bestandtheil (ein passives „inneres Protoplasma-Product") der Eizelle, und bei der Furchung, wie bei der Gastrulabildung spielt er zwar eine wichtige physiologische, aber nur eine ganz untergeordnete morphologische Rolle. Wenn man die zahlreichen Modificationen der amphiblastischen Eier vergleichend betrachtet, welche sich einerseits an die archiblastischen, anderseits an die discoblastischen Eier unmittelbar anschliessen, so erhält man eine ununterbrochene Stufenleiter von zusammenhängenden Formen und wird dann kein Bedenken mehr tragen, auch die grössten discoblastischen Eier mit ihrem „colossalen Nahrungsdotter" als einfache Zellen, homolog der ursprünglichsten und einfachsten Formen der Eizellen, aufzufassen.

Wie wir diese einheitliche Auffassung durch das vergleichende Studium des unbefruchteten discoblastischen Eies gewinnen, so werden wir sie selbstverständlich auch auf das befruchtete Ei übertragen müssen. Wie bei den archiblastischen und amphiblastischen, so scheint auch bei den discoblastischen Eiern (nach den übereinstimmenden Angaben der meisten Beobachter) zunächst nach erfolgter Befruchtung das Keimbläschen zu verschwinden und demnach das Ei auf das kernlose Cytoden-Stadium zurückzuschlagen, welches als Recapitulation des phylogenetischen Moneren-Stadiums

griffe von Klebs und Anderen, welche Gegenbaur's naturgemässe Auffassung zu widerlegen suchten, haben dieselbe nicht im Mindesten zu erschüttern vermocht.

zu deuten ist. Wir würden dem entsprechend diese Ausgangsform der discoblastischen Keimung, mit welcher der neuerzeugte Organismus seine individuelle Existenz beginnt, als Discomonerula zu bezeichnen haben. Diese specielle Cytoden-Form unterscheidet sich von den Monerula-Formen der übrigen Eier dadurch, dass am einen (animalen) Pole der einaxigen Cytode eine relativ geringe Menge von Bildungsdotter auf dem unverhältnissmässig grossen Nahrungsdotter aufliegt; beide mehr oder minder scharf gesondert.

Auch die Discocytula, die „erste Furchungszelle" der discoblastischen Eier ist durch diese monaxonie Grundform und durch die einseitige Anhäufung des „Bildungsdotters" am animalen Pole der Eiaxe ausgezeichnet. Die Discocytula unterscheidet sich von der Discomonerula wesentlich nur durch den neugebildeten Kern, welcher ihr wieder den Zellencharakter verleiht. Dieser Kern ist der Stammvater sämmtlicher Kerne der „Furchungskugeln" und somit auch der aus ihnen hervorgehenden Kerne der Keimblätterzellen.

Ueber den discoidalen Furchungsprocess dieser Discocytula, sowie über die daraus hervorgehende Discogastrula lauten die zahlreichen Angaben der verschiedenen Beobachter nur in den ersten Stadien übereinstimmend, in den späteren Stadien dagegen sehr abweichend. Meine eigene Auffassung desselben stimmt im Wesentlichen mit derjenigen überein, welche in neuester Zeit Goette und Rauber über die discoidale Furchung und Gastrulation des Hühnchens gegeben haben (S. unten). Ich stütze mich dabei vor allen auf meine eigenen Beobachtungen über discoblastische Fisch-Eier, welche ich kürzlich auf Corsica angestellt habe. Unter den verschiedenen Teleostier-Eiern, welche wir während unseres Aufenthaltes in Ajaccio erhielten, waren von besonderem Interesse einige vollkommen durchsichtige pelagische Laich-Arten, welche wir mit dem feinen Müller'schen Netze von der Oberfläche des Meeres fischten. Jedoch war nur eine von diesen Laich-Arten so häufig, dass ich sie genauer untersuchen konnte. Dieser Laich bildet kleine weiche Gallertklumpen, in welche zahlreiche, kleine, vollkommen durchsichtige Eier eingebettet sind. Leider gelang es nicht, die daraus hervorgehenden, ganz durchsichtigen Fischchen so lange zu züchten, dass sich mit Sicherheit Genus und Species, oder auch nur die Familie hätte bestimmen lassen. Ich vermuthe jedoch, dass dieselben entweder der Lota selbst oder einem Lota verwandten Gadoiden angehören, angesichts der auf unsere Eier passenden Schilderung, welche Retzius von den ähnlichen Eiern

des Gadus lota gegeben hat [1]). Ich werde daher dieselben in Folgendem kurz als Gadoiden-Eier bezeichnen, jedoch mit dem ausdrücklichen Vorbehalt, dass diese Vermuthung nicht vollständig begründet ist. Uebrigens finden sich diese und ähnliche pelagische Teleostier-Eier, deren Entwickelung meines Wissens bisher noch nicht untersucht ist, und welche ein ganz vorzügliches Object für viele wichtige Fragen in der Ontogenie der discoblastischen Eier bilden, auch an anderen Orten des Mittelmeeres nicht selten vor. Ich kenne dieselben seit dem Jahre 1856, wo ich sie zuerst in Nizza beobachtete und habe sie seitdem gelegentlich meiner Untersuchungen über Radiolarien und andere pelagische Thiere auch in Messina und in Gibraltar wiederholt gesehen, ohne sie jedoch näher zu untersuchen.

Die fraglichen, vorläufig als Gadoiden-Eier zu bezeichnenden, pelagischen Teleostier-Eier sind vollkommen farblose und durchsichtige Kugeln von 0,64—0,66 Mm. Durchmesser (auf Taf. XXI sind sie 60 Mal vergrössert). Das jüngste von wir gesehene Stadium zeigt die befruchtete Eizelle bereits in 4 Furchungszellen zerfallen (Fig. 55, 56). Die äussere Eihaut ist vollkommen homogen und structurlos, sehr dünn, aber fest und elastisch. Den grössten Theil des Innenraums erfüllt der Nahrungsdotter, welcher aus zwei völlig getrennten Theilen besteht, einer grossen wasserhellen Eiweisskugel und einer kleinen glänzenden Fettkugel. Da die Fettkugel der specifisch-leichteste Theil des Eies ist, so ist sie an dem schwimmenden Ei stets nach oben gekehrt, während der kleine, am entgegengesetzten Pole der Eiaxe befindliche „Bildungsdotter" nach unten gekehrt ist. In den Abbildungen auf Taf. XXI und XXII habe ich das Ei jedoch umgekehrt dargestellt (den Bildungsdotter nach oben, die Oelkugel nach unten gerichtet), um die Homologie mit den übrigen, auf Taf. XXIII und XXIV dargestellten Eiern nicht zu stören. Die Eiweisskugel des Nahrungsdotters, welcher mit gelber Farbe gedruckt ist, besitzt an beiden Polen der Eiaxe eine kleine, grubenförmige Vertiefung. In der seichteren Grube am animalen Pole (welcher in den Figuren 55—76 aufwärts, in natürlicher Lage abwärts gekehrt ist), liegt der Bildungsdotter; hingegen ist die tiefere, fast kugelige Grube der Eiweisskugel am entgegengesetzten vegetativen Pole der Eiaxe, von der stark lichtbrechenden Oelkugel ausgefüllt. Die Oelkugel ist nicht vollständig

1) Retzius, Ueber den grossen Fetttropfen in den Eiern der Fische. Müller's Archiv f. Anat. Phys. 1855, S. 34.

von der Eiweisskugel eingeschlossen, sondern berührt mit dem obersten Drittel ihrer Peripherie die äussere Eihaut. Beide Bestandtheile des Nahrungsdotters, sowohl die Eiweisskugel, als die Fettkugel, sind völlig homogen, durchsichtig und structurlos. Von dieser wichtigen Thatsache, dass der gesammte Nahrungsdotter durchaus keine geformten Bestandtheile einschliesst, auch keinerlei Unterschied von „centraler Dottermasse und Rindensubstanz" zeigt, davon kann man sich sowohl an den frischen Eiern als auch durch Behandlung der conservirten Eier mit den verschiedendsten Reagentien bestimmt überzeugen. Am frischen Ei erscheint der ganze Nahrungsdotter so klar und homogen wie ein Wassertropfen oder wie eine Glasperle. Sticht man das Ei an oder zerdrückt dasselbe, so tritt der kugelige Eiweisstropfen als zähflüssige homogene Masse heraus und trennt sich von der Oelkugel. Gegen Reagentien verhält sich diese ganze homogene Eiweisskugel wie gewöhnliches Eiweiss aus dem Vogel-Ei, und gerinnt namentlich auf Einwirkung aller Substanzen, welche letzteres zur Gerinnung bringen. Die geronnene Masse erscheint bei starker Vergrösserung fein granulirt, von äusserst feinen und kleinen dunkeln Pünktchen durchsetzt. Von „Dotterplättchen, Dotterkugeln, Dotterzellen, Dotterkernen" und wie sonst die geformten Inhaltsbestandtheile bei anderen Fisch-Eiern genannt werden, ist, — ich wiederhole es ausdrücklich — keine Spur zu finden. Ebenso vollkommen homogen und structurlos ist auch die am vegetativen Pole befindliche Oelkugel, ein Fetttropfen von 0,16—0,17 Mm. Durchmesser (also ungefähr $^1/_4$ des Dotter-Durchmessers). Dass auch diese Oelkugel keinerlei geformte Einschlüsse besitzt, lässt sich ebenso leicht und sicher feststellen. Während also bei den meisten übrigen Fischen, wie bei Vögeln und Reptilien, die beiderlei wichtigsten Bestandtheile des Nahrungs-Dotters, Eiweisskörper und Fettkörper, in Form einer gröberen oder feineren Emulsion mit einander gemengt sind, sehen wir sie hier völlig getrennt neben einander liegen. Im weiteren Verlaufe der Keimung wird die Eiweisskugel allmählig aufgezehrt, während die Fettkugel lange Zeit unverändert bleibt und erst spät verschwindet.

Die falsche Parablasten-Theorie von His und alle ähnlichen Theorien, wonach bei den discoblastischen Wirbelthier-Eiern aus dem separaten Nahrungsdotter gewebebildende Embryonalzellen unabhängig von den beiden primären Keimblättern und in morphologischem Gegensatze zu diesen entstehen sollen, werden demnach durch unsere Teleostier-Eier bündig widerlegt. Denn da

sich hier innerhalb der äusseren Eihülle neben ein wenig klarer Flüssigkeit nur die beiden structurlosen Bestandtheile des Nahrungsdotters finden, die grosse Eiweisskugel und die kleine Fettkugel, ganz getrennt von den Furchungszellen des Bildungsdotters, so können nur die Furchungszellen einzig und allein die Grundlage des entstehenden Fischkörpers bilden. Die Eiweisskugel ebensowohl wie die Fettkugel erzeugen durchaus keinerlei embryonale Zellen, sondern werden einfach als Nahrungsmaterial von dem Embryo verbraucht und von dem sich bildenden Darme umwachsen, in welchem wir später ihre letzten Reste finden (Fig. 80).

Auf das jüngste, von mir gesehene Stadium (welches vier gleiche Furchungskugeln zeigt) folgt ein Stadium mit 8, dann eins mit 16 Zellen (Fig. 57, 58) mit 32, 64 Zellen u. s. w. Die zuerst auftretenden Furchungsebenen sind Meridian-Ebenen und anfangs liegen daher alle Furchungszellen in einer einzigen Schicht. Aber schon in dem Furchungsstadium mit 16 Zellen (Fig. 57, 58) tritt eine horizontale Furchungsebene auf, welche die Zellen in zwei Schichten ordnet, und dann folgen, wechselnd mit neuen Meridianfurchen, noch mehrere Furchungsebenen parallel dem Aequator (und also senkrecht auf jenen Meridian-Ebenen) und nunmehr liegen die Furchungszellen in mehreren Schichten über einander. Nach vollendeter Furchung stellt unser Fisch-Keim eine kreisrunde linsenförmige Scheibe dar, die Keimscheibe (*Discus blastodermicus* oder kurz *Blastodiscus*; Fig. 59, 60). Diese Scheibe besteht aus lauter gleichartigen Furchungszellen, welche noch durchaus keine morphologischen Unterschiede darbieten und am Rande der Keimscheibe in einfacher, in der Mitte in mehrfacher (drei- bis vierfacher) Schicht über einander liegen (Fig. 73, im Meridiandurchschnitt). Alle Zellen zeigen einen hellen kugeligen Kern (ungefähr von ein Drittel des Zellendurchmessers), mit einem dunkeln, sehr kleinen Kernkörperchen; in dem ziemlich klaren Protoplasma sind wenige, sehr kleine Körnchen vertheilt. Die linsenförmige Keimscheibe liegt am animalen Pol oder Bildungspol der Dotterkugel in einer seichten Depression ihrer Oberfläche, ohne dass zwischen beiden ein Zwischenraum existirte. Dieses Stadium entspricht offenbar der Archimorula der archiblastischen Eier und ist demnach als Discomorula zu bezeichnen.

Nunmehr tritt in der linsenförmigen Keimscheibe eine Verschiebung der constituirenden Zellen (wahrscheinlich mit gleichzeitiger Vermehrung derselben) auf, welche sich (wenigstens äus-

serlich betrachtet) kurz als centrifugale Wanderung bezeichnen lässt. Im Centrum wird die Scheibe verdünnt, am Rande umgekehrt verdickt. Während die linsenförmige Keimscheibe vorher in der Mitte 2—3 Mal so dick war, als in der Nähe des scharfen Randes, ist dieselbe nunmehr umgekehrt in der Nähe des wulstförmig verdickten Randes 2—3 Mal so dick als im Centrum (Fig. 61, 62). Zugleich hebt sich letzteres von der darunter liegenden Dotterkugel ab und es entsteht nunmehr zwischen beiden eine kleine, mit klarer Flüssigkeit erfüllte Höhle (Fig. 74). Diese Höhle, welche im Meridianschnitt (Fig. 62) halbmondförmig erscheint, ist die „Furchungshöhle oder Baer'sche Höhle" (= Keimhöhle oder *Blastocoeloma*).. Ihr flach gewölbter Boden wird vom Nahrungsdotter, ihre stark gewölbte Decke vom Blastoderma gebildet. Der Keim entspricht jetzt dem Stadium der amphiblastischen Eier, das wir Amphiblastula nannten und ist demgemäss als Discoblastula zu bezeichnen.

Jetzt folgt der höchst wichtige und interessante Vorgang, den ich als Einstülpung der Blastula auffasse und der zur Bildung der Gastrula führt (Fig. 63, 64). Es schlägt sich nämlich der verdickte Saum der Keimscheibe, der „Randwulst" oder das *Properistom*, nach innen um und eine dünne Zellenschicht wächst als directe Fortsetzung desselben, wie ein immer enger werdendes Diaphragma, in die Keimhöhle hinein. Diese Zellenschicht ist das entstehende Entoderm (Fig. 64 *i*, 74 *i*). Die Zellen, welche dieselbe zusammensetzen nnd aus dem innern Theile des Randwulstes hervorwachsen, sind viel grösser aber flacher als die Zellen der Keimhöhlendecke und zeigen ein dunkleres grobkörniges Protoplasma. Auf dem Boden der Keimhöhle, d. h. also auf der Eiweisskugel des Nahrungsdotters, liegen sie unmittelbar auf und rücken hier durch centripetale Wanderung gegen dessen Mitte vor, bis sie dieselbe zuletzt erreichen und nunmehr eine zusammenhängende einschichtige Zellenlage auf dem ganzen Keimhöhlenboden bilden. Diese ist die erste vollständige Anlage des Darmblatts, Entoderms oder „Hypoblasts", und von nun an können wir, im Gegensatz dazu den gesammten übrigen Theil des Blastoderms, nämlich die mehrschichtige Wand der Keimhöhlendecke als Hautblatt, Exoderm oder „Epiblast" bezeichnen. Der verdickte Randwulst (Fig. 64 *w*, 74 *w*), in welchem beide primäre Keimblätter in einander übergehen, besteht in seinem oberen und äusseren Theile aus Exodermzellen, in seinem unteren und inneren Theile aus Entodermzellen.

In diesem Stadium entspricht unser Fischkeim einer Amphiblastula, welche mitten in der Invagination begriffen ist, und bei welcher die entstehende Urdarmhöhle eine grosse Dotterkugel aufgenommen hat. Die Invagination wird nunmehr dadurch vervollständigt und die Gastrulabildung dadurch abgeschlossen, dass die Keimhöhle verschwindet. Das wachsende Entoderm, dem die Dotterkugel innig anhängt, wölbt sich in die letztere hinein und nähert sich so dem Exoderm. Die klare Flüssigkeit in der Keimhöhle wird resorbirt und schliesslich legt sich die obere convexe Fläche des Entoderms an die untere concave des Exoderms eng an: die Gastrula des discoblastischen Eies oder die „Discogastrula“ ist fertig (Fig. 65, 76; Meridiandurchschnitt Fig.. 66, 75).

Die Discogastrula unsers Knochenfisches in diesem Stadium der vollen Ausbildung stellt nunmehr eine kreisrunde Kappe dar, welche wie ein gefüttertes Mützchen fast die ganze obere Hemisphäre der hyalinen Dotterkugel eng anliegend bedeckt (Fig. 65). Der Ueberzug des Mützchens entspricht dem Exoderm (*e*) sein Futter dem Entoderm (*i*). Ersteres besteht aus drei Schichten von kleineren Zellen, letzteres aus einer einzigen Schicht von grösseren Zellen. Die Exodermzellen (Fig. 77) messen 0,006—0,009 Mm., und haben ein klares, sehr feinkörniges Protoplasma. Die Entodermzellen (Fig. 78) messen 0,02—0,03 Mm. und ihr Protoplasma ist mehr grobkörnig und trüber. Letztere bilden auch den grössten Theil des Randwulstes, den wir nunmehr als Urmundrand der Gastrula, als „*Properistoma*“ oder auch als „Rusconi'schen After“ bezeichnen können. Der letztere umfasst die Dotterkugel, welche die ganze Urdarmhöhle ausfüllt und weit aus der dadurch verstopften Urmund-Oeffnung vorragt.

Es liegt nicht im Bereiche unserer Aufgabe, die Keimentwickelung unsers Knochenfisches hier noch weiter zu verfolgen und ich will nur bei dieser Gelegenheit noch auf ein paar Eigenthümlichkeiten aufmerksam machen, durch welche sich derselbe vor den bisher beschriebenen Teleostier-Embryonen auszeichnet (Fig. 67—72, Fig. 80). Wie bei den letzteren, erfolgt auch hier die erste Anlage der dorsalen Axentheile, oder die Bildung des sogenannten „Primitivstreifs“, durch welche der einaxige Keimkörper kreuzaxig (und zwar dipleurisch oder bilateral-symmetrisch) wird, nicht in der ganzen Länge der Hauptaxe, sondern am einen Pole derselben. Hier entsteht zuerst die Anlage des Kopfes, dessen beide Seitenhälften (Antimeren) als zwei parallele längliche Wülste auftreten, durch eine dunkle gerade Linie getrennt (Fig. 67). Wäh-

rend aber bei den bisher beschriebenen Keimen von Knochenfischen die erste Anlage dieser „Axenplatte" entweder schon am Blastodiscus vor der vollen Ausbildung der Discogastrula bemerkbar wird oder doch durch eine bedeutende Verdickung des Keimwulstes an dieser Seite der Keimscheibe sich bemerkbar macht, sehen wir bei unserem Gadoiden-Ei zunächst eine reguläre einaxige Gastrula entstehen (Fig. 65, 76). Erst nachdem diese Discogastrula ausgebildet ist, entsteht an einer Seite ihres Urmundrandes durch lebhafte Zellen-Vermehrung die Verdickung, von welcher die erste Anlage des „Embryonalschildes" oder der „Axenplatte" ausgeht (senkrecht auf der Peripherie des Mundrandes, also in einem Meridian der Gastrula) (Fig. 67).

Die Discogastrula umwächst nunmehr die Dotterkugel, welche ihre Urdarmhöhle ausfüllt und aus ihrem Urmund frei vorragt, vollständig (Fig. 67—71). Wenn das Properistom den Aequator erreicht, hat die Urmundöffnung ihre grösste Weite erlangt und verengt sich wiederum, nachdem der Keimwulst den Aequator überschritten hat (Fig. 69). Immer mehr nähert sich der kreisförmige dicke Rand des Urmundes dem vegetativen Pole der Eiaxe, an welchem die Oelkugel des Nahrungs-Dotters liegt, und wächst schliesslich über letzterem zusammen (Fig. 71). In der Nähe des Punktes, wo der Verschluss des Urmundes (oder des „Rusconi'schen Afters") erfolgt, bildet sich später die bleibende After-Oeffnung.

Gleichzeitig mit dieser „Umwachsung" der Dotterkugel durch die Discogastrula treten in den dorsalen Axentheilen weitere Differenzirungen auf. Das Markrohr erweitert sich vorn zum Gehirn, aus dem frühzeitig die beiden grossen Augenblasen vorwachsen (Fig. 69, 70). Beiderseits der Chorda differenziren sich die Urwirbel-Stränge (Fig. 71, 72) und zwischen ihnen tritt unterhalb des Rückenmarks die Chorda deutlich hervor. Später erscheinen die ersten Anlagen der Nase (Fig. 80 *n*) und des Gehörorgans (Fig. 80 *g*). In dem Raume zwischen Gehörorgan, Auge und Nahrungsdotter macht sich die erste Anlage des Herzens bemerkbar (*z*). Weiter davor bildet sich in der äusseren Haut die Mundgrube, welche später sich vertieft, die Rachenhaut durchbricht, und so mit dem blinden vorderen Ende des (noch vom Reste des Nahrungsdotters erfüllten) Urdarms in offene Verbindung tritt.

Besonders beachtenswerth ist die erste Anlage des Mesoderms, die ich leider nicht genau genug verfolgen konnte, um so mehr aber künftigen Beobachtern empfehlen möchte. Dieselbe scheint nämlich vom Properistom (vom verdickten Rande des

Rusconi'schen Afters oder des Urmundes der Discogastrula) und zwar unmittelbar von der Kopfanlage aus in einer doppelten Weise zu erfolgen: erstens durch Abspaltung (Delamination) der bilateral-symmetrisch auftretenden Urwirbelstränge vom Exoderm (Anlage des Hautfaserblattes); und zweitens durch Abspaltung einer tieferen Zellenschicht vom Entoderm (Anlage des Darmfaserblattes). Die letztere besteht aus sehr beweglichen amöbenartigen Wanderzellen (Fig. 79), welche durch die Lücken zwischen den Zellen des Darmdrüsenblattes (Fig. 78) hindurchwandern und sich theils auf der Oberfläche des Nahrungsdotters, theils im Embryo-Körper selbst ausbreiten. Diese amöboiden Wanderzellen des Darmfaserblattes (Fig. 79) verwandeln sich theils in Blutzellen, theils in Bindegewebszellen und Pigmentzellen. Da sie auf der Oberfläche des Dotters sich zerstreuen (und bei anderen Fischen sogar im Innern desselben umherkriechen und Proviant sammeln) sind sie wahrscheinlich in vielen Fällen für freie Producte des Nahrungsdotters selbst gehalten worden. Viele Angaben verschiedener Autoren über „Zellen, welche durch freie Zellbildung im Dotter, unabhängig von den primären Keimblättern, entstanden" sein sollen, dürften sich durch solche wandernde Entoderm-Zellen erklären. Die Gesammtheit dieser amöboiden Wanderzellen und der unmittelbar über dem einschichtigen Darmdrüsenblatt liegen bleibenden (abgespaltenen) Zellenschicht, welche später die Muskelwand des Darmrohres bildet, fasse ich als Darmfaserblatt auf. Dasselbe scheint in der gesammten Peripherie der Discogastrula gleichzeitig angelegt zu werden (nicht dipleurisch!), während die erste Anlage des Hautfaserblattes (resp. der Urwirbelplatten) beiderseits der Chorda von Anfang an jene auffallende Dipleurie (oder bilaterale Symmetrie) zeigt, welche zuerst Carl Rabl in ihrer hohen Bedeutung für alle Bilaterien erkannt hat[1]).

Die discoidale Furchung, wie ich sie hier vom Gadoiden-Ei beschreibe, verläuft am Bildungsdotter ohne jede Betheiligung des Nahrungsdotters; dieser verhält sich völlig passiv und wird lediglich als Nahrungsmaterial von dem sich bildenden Embryo verzehrt. Er wird zusehends kleiner in dem Maasse als der letztere grösser wird. Im Mitteldarme des reiferen Embryo, sowie des jungen, aus dem Ei ausgeschlüpften Fischchens (Fig. 80), finden

---

1) Carl Rabl, Die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten. Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1875. IX. Bd. S. 202, 236.

wir noch den Rest des Nahrungsdotters, und zwar seine beiden Bestandtheile: die grössere Eiweisskugel (*d*) und die kleinere Fettkugel (*f*). Letztere füllt jetzt den hintersten Theil der Darmhöhle aus und liegt nahe dem bleibenden After (Fig. 80 *y*). Es kann demnach kein Zweifel bestehen, dass in diesem Falle die Discogastrula und der aus den beiden primären Keimblättern derselben hervorgehende ganze Fisch-Körper einzig und allein aus den Zellen sich aufbauen, welche durch Furchung des Bildungsdotters entstehen.

Anders scheinen sich viele andere discoblastische Eier zu verhalten, bei denen die Trennung des Bildungsdotters vom Nahrungsdotter nicht so vollständig ist, wie bei unseren Teleostier-Eiern, und welche sich demnach näher an die amphiblastischen Eier anschliessen. Hier nimmt noch ein Theil des Nahrungsdotters, und zwar derjenige, welcher zunächst am Bildungsdotter anliegt, an der Furchung Theil und liefert Zellen, welche theils als „Dotterzellen", (gleich dem ungefurchten Nahrungsdotter) verzehrt werden, theils in Blutzellen und Bindegewebs-Zellen überzugehen scheinen. Da wir vom phylogenetischen Gesichtspunkte aus den gesammten Nahrungsdotter überhaupt als Entoderm-Product auffassen, so müssen wir auch jene Dotterzellen als Zellen des Entoderms oder des Darmblattes in weiterem Sinne betrachten. Mit Rücksicht auf ihre spätere Verwendung werden sie theils als Darmdrüsen- theils als Darmfaser-Zellen zu betrachten sein.

Bei den discoblastischen Vogel-Eiern hat zuerst Goette [1]) nachgewiesen, dass die Furchung sich nicht bloss, wie man bisher annahm, auf den Bildungsdotter beschränkt, sondern dass auch noch ein kleiner Theil des Nahrungsdotters derselben unterliegt und dadurch in „Dotterzellen" zerlegt wird, welche „theils zur Blutbildung, theils zur Ernährung des entwickelten Embryo verbraucht werden" (l. c. p. 195). Sodann hat kürzlich Balfour [2]) bei Haifischen gezeigt, dass ein grosser Theil des Nahrungsdotters nach abgelaufener primärer Furchung des Bildungsdotters ebenfalls einer solchen secundären Furchung unterliegt. Endlich hat Ray-Lankester [3]) bei den discoblastischen Eiern der Cephalopoden in dem

1) A. Goette, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. Arch. für mikr. Anat. 1874, Vol. X, p. 140.

2) Balfour, Development of the Elasmobrauch Fishes. Quart. Journ. Micr. Sc. 1874. Oct.

3) Ray-Lankester, Development of the cephalopoda. Quart. Journ. Micr. Sc. 1875. No. LVII.

secundär zerklüfteten Nahrungsdotter zahlreiche Zellen entstehen sehen, welche er als „Autoklasten" den aus der primären Furchung des Bildungsdotters entstandenen Furchungskugeln, den „Klastoplasten" entgegensetzt. Auch hier sind jene „Autoklasten oder Dotterzellen", welche sich theils in Bindegewebszellen, theils in Blutzellen zu verwandeln scheinen, histogenetisch als Entoderm-Producte und speciell als Theile des Darmfaserblattes zu betrachten. Ich fasse diese discoblastischen Eier als vermittelnde Zwischenglieder zwischen den amphiblastischen Eiern und jenen rein meroblastischen Eiern auf, bei denen (wie bei unsern Teleostier-Eiern), der Dotter gar keinen Antheil mehr an der Furchung nimmt.

IV. Die superficiale Furchung und die Perigastrula (Taf. XXIII).

Nicht geringere Schwierigkeiten und Differenzen der Beurtheilung, als die discoidale Furchung, hat die zweite Hauptform der sogenannten partiellen Segmentation, die oberflächliche oder superficiale Eifurchung hervorgerufen, deren Endresultat die Bildung der Perigastrula ist (Taf. XXIII, Fig. 87, 88). Fanden wir schon bei jener die verschiedenen Autoren hinsichtlich der principiellen morphologischen Auffassung weit aus einander gehen und zu sehr entgegengesetzten Ansichten gelangen, so ist das bedieser letzten und abweichendsten Furchungsform fast in noch höherem Maasse der Fall. Bei dem Versuche, dieselbe zu erklären, sind die meisten Beobachter gänzlich fehlgegangen oder sind selbst zu dem Resultate gelangt, dass hier überhaupt keine „eigentliche Eifurchung" vorliege.

Die superficiale Eifurchung und die Perigastrula-Bildung findet sich sehr weit verbreitet, vor Allen im Stamme der Arthropoden, sowohl bei den Crustaceen als bei den Tracheaten, und wir dürfen vermuthen, dass die grosse Mehrzahl aller Gliederthiere aus diesen beiden Hauptgruppen jene specielle Form der Segmentation besitzt. Hingegen ist es sehr zweifelhaft, ob dieselbe Furchungsform noch in anderen Thierstämmen ausserdem vorkommt. Vielleicht findet sie sich bei einigen höheren Würmern vor.

Bei der grossen Mehrzahl der Arthropoden, namentlich bei allen höher entwickelten Formen, ist ein ansehnlich grosser, fettreicher Nahrungsdotter vorhanden; und dieser zeigt sich nach beendigter Furchung ringsum von einer blasenförmigen Keimhaut

(*Blastoderma*) umschlossen, welche aus einer einzigen Schicht von gleichartigen Zellen besteht, den Furchungsproducten des Bildungsdotters (Taf. XXIII, Fig. 85, 86). Das ist der Fall bei sämmtlichen Insecten, mit sehr wenigen Ausnahmen, ferner bei den meisten höheren Arachniden und Myriapoden, und wohl auch bei der Mehrzahl der höheren Crustaceen. Dass demnach bei der überwiegenden Mehrzahl aller dieser höheren Arthropoden auf einer frühen Keimungsstufe eine solche blasenförmige, einschichtige, den ganzen Nahrungsdotter umhüllende Keimhaut besteht, darüber sind fast alle Autoren einig; dagegen stehen sich darüber, wie diese Keimhaut aus dem Bildungsdotter hervorgeht, die widersprechendsten und sonderbarsten Ansichten gegenüber. Die meisten Autoren sind der Meinung, dass hier überhaupt die Eifurchung fehle, und statt dessen plötzlich (durch Neubildung zahlreicher Kerne in einem oberflächlichen Keimhautblastem, eine Art „freier Zellbildung") das Blastoderm entstehe. Ihren bestimmten Ausdruck findet diese Ansicht u. A. in den Grundzügen der Zoologie von Claus (III. Aufl. 1875, p. 627) in folgendem Satze: „Anstatt der Dotterfurchung beginnt die Embryonalbildung der Insecten mit der Anlage eines peripherischen Keimhautblastems, welches sich durch Auftreten von Kernen mit später erfolgender zelliger Umgrenzung zu der, wie es scheint, stets aus einer einfachen Lage von Zellen zusammengesetzten Keimhaut gestaltet. Ueber die Abstammung dieser Kernbläschen sind die Beobachter verschiedener Ansicht. Während Metschnikoff dieselbe bei den Aphiden auf Derivate des Keimbläschens zurückführt, sollen sie nach Weismann bei den Dipteren, nach Melnikoff bei Donacia unabhängig von dem längst geschwundenen Keimbläschen selbständig entstehen."

Gegenüber dieser herrschenden Auffassung, welche sich vorzugsweise auf Weismann's Keimesgeschichte der Dipteren und auf Claparède's Beobachtungen über die Ontogenie der Arachniden stützt, zeigten Edouard van Beneden und Emil Bessels in ihren Untersuchungen über die Blastodermbildung der Crustaceen [1]), dass auch hier überall eine wahre Eifurchung sich findet, bei welcher die Theilung der Kerne der Theilung der Protoplasma-Portionen vorausgeht. Jedoch wird der centrale Nahrungsdotter, der bei den verschiedenen Arthropoden in sehr verschiedenem Umfange entwickelt ist, von dieser wiederholten Theilung des oberflächlichen

1) Edouard van Beneden et Emile Bessels, Sur la Formation du Blastoderme chez les Crustacés. Bulletins et Mémoires de l'Acad. Belge. 1868 et 1869.

Bildungsdotters nicht mit betroffen, und die Eitheilung erscheint daher hier in Wahrheit als eine oberflächliche „Furchung“ im eigentlichen Sinne.

Bei manchen periblastischen Eiern ist die scharfe Sonderung des peripherischen Bildungsdotters von dem centralen Nahrungsdotter schon an dem unbefruchteten Ei mehr oder weniger deutlich nachweisbar. Gewöhnlich aber ist dieselbe erst an dem befruchteten Ei nach Verlust des Keimbläschens wahrzunehmen und erscheint somit als erstes Resultat des Befruchtungs-Actes und als erstes Zeichen der beginnenden Keimesentwickelung. So sagt z. B. Weismann: „Die erste Veränderung am befruchteten Ei der Arthropoden scheint ganz allgemein eine Veränderung der peripherischen Schicht des Dotters zu sein, welche von einer Zusammenziehung der gesammten Dottermasse begleitet ist: es bildet sich ein Keimhautblastem“ [1]). Dieses sogenannte „Keimhautblastem“, eine zähflüssige, klare, körnchenarme Protoplasmaschicht an der gesammten Oberfläche des Eies, ist in Wahrheit der „Bildungsdotter“ und setzt sich nach innen mehr oder weniger scharf von dem dunkleren, undurchsichtigen, körnerreichen, centralen „Nahrungsdotter“ ab. Das Arthropoden-Ei in diesem Stadium, unmittelbar nach erfolgter Befruchtung und nach Verlust des Keimbläschens, stellt die charakteristische Keimform der Perimonerula dar, eine kernlose Cytode, deren Protoplasma als peripherische Hülle das centrale Deutoplasma allseitig umschliesst.

Die Pericytula, die „erste Furchungskugel“ der periblastischen Eier, entsteht unmittelbar aus jener Perimonerula durch Neubildung eines Zellenkerns. In vielen Fällen (besonders bei vielen Crustaceen) ist dieser Kern der ersten Furchungszelle deutlich wahrgenommen und als Stammvater der Kerne sämmtlicher Embryonalzellen nachgewiesen worden, so namentlich von van Beneden und Bessels (l. c.). In anderen Fällen dagegen (besonders bei vielen Tracheaten) ist derselbe vermisst worden; er hat sich hier wahrscheinlich dadurch dem Blicke entzogen, dass er entweder in der centralen Dottermasse verborgen lag oder dass sein Lichtbrechungs-Vermögen von demjenigen der Rindenschicht in der er eingebettet lag, nicht hinreichend verschieden war. Der wirkliche Nachweis des Kernes der Pericytula in jenen ersteren Fällen berechtigt uns, seine Existenz auch in diesen letzteren an-

1) Weismann, Die Entwickelung der Dipteren. Leipzig 1864, S. 90. Taf. IV, Fig. 52.

zunehmen. Die Pericytula ist demnach allgemein als eine echte, kernhaltige Zelle aufzufassen, deren peripherisches Protoplasma von dem ansehnlichen centralen Deutoplasma mehr oder minder scharf gesondert ist. Beide verhalten sich zu einander, wie die hyaline Rindenschicht (*Exoplasma*) und die granulöse Markmasse (*Endoplasma*) bei vielen anderen Zellen [1]).

Die superficiale Furchung der Pericytula ist gewöhnlich wegen des ansehnlichen Umfangs und der Undurchsichtigkeit des centralen Nahrungsdotters sehr schwierig zu verfolgen. Diejenige Methode der Untersuchung, welche hier, wie bei den meisten übrigen Fällen der Eifurchung, die sichersten Aufschlüsse giebt, die Vergleichung zahlreicher, successiver, gefärbter Querschnitte vom Beginne der Eifurchung an, ist bei der superficialen Furchung im Ganzen noch zu wenig angewendet worden. Doch hat u. A. Kowalevsky [2]) wichtige Resultate damit erzielt, vor Allen aber Bobretzky [3]) in seinen vorzüglichen Keimesgeschichten verschiedener Crustaceen (Astacus, Palaemon, Oniscus). Mit Recht hebt letzterer hervor, dass die sorgfältige Tinction der Querschnitte von hervorragender Bedeutung sei, um die Kerne von den kernähnlichen Form-Elementen des Dotters zu unterscheiden. Ich selbst habe nach der von ihm angegeben vortrefflichen Methode [4]) eine grosse Anzahl von Querschnitten durch die erhärteten Eier eines *Peneus* (*membranaceus*?) angefertigt, und bin dabei zu Resultaten gelangt, welche wesentlich mit denjenigen von Bobretzky übereinstimmen. Ich gebe hier zunächst meine eigene Beobachtungen wieder und werde dann versuchen, das Verhältniss derselben zu den übrigen, meist sehr abweichenden Angaben über superficiale Furchung zu erläutern.

Die frühesten Stadien der superficialen Furchung, welche mir von Peneus zu Gesicht gekommen sind, betreffen Eier mit vier Furchungszellen (Taf. XXIII, Fig. 81, 82). Das ellipsoide Ei, welches von einem dünnen, homogenen un dganz durchsichtigen, aber

1) Ueber die wichtige Differenzirung des Zellen-Protoplasma in eine äussere klare Rindensubstanz (*Exoplasma*) und eine innere körnige Marksubstanz (*Endoplasma*) vergl. meine Monographie der Kalkschwämme, 1872, Bd. I, S. 188.

2) Kowalevsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mem. de l'Acad. Petersb. 1871.

3) Bobretzky, Russische Abhandlung über die Keimesgeschichte von Astacus und Palaemon. Kiew 1873.

4) Bobretzky, Zur Embryologie des Oniscus muracius. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1874, Bd. XXIV, S. 180.

festen Chorion umschlossen ist, zeigt zwei auf einander senkrechte Ringfurchen, eine aequatoriale (dem längsten Durchmesser des Ellipsoids entsprechend) und eine meridianale (dem kürzesten Durchmesser correspondirend). Eine ganz undurchsichtige Markmasse (mehr als die innere Hälfte des Radius einnehmend), geht nach aussen, ziemlich scharf abgesetzt, in eine hellere Rindenschicht über, und in dieser liegen sehr oberflächlich, deutlich durchschimmernd, die kugeligen Kerne der vier Zellen; jeder Kern ungefähr in der Mitte der Oberfläche seines Quadranten (Fig. 81). Auf Querschnitten (Fig. 82) zeigt sich deutlich, dass die Trennungs-Ebenen der vier Zellen (die „Furchen" der Oberfläche) nicht durch die ganze Eimasse hindurchgehen, sondern bloss die helle, äussere, feinkörnige Rindenschicht, den „Bildungsdotter" in vier Portionen theilen, während die centrale Markmasse, der dunkle, grobkörnige, an kleinen Fettkugeln reiche, undurchsichtige „Nahrungsdotter", eine völlig ungetheilte ellipsoide Centralmasse darstellt.

Ganz dasselbe Verhältniss der oberflächlichen „Furchungszellen" zu dem centralen ungetheilten Nahrungsdotter bemerken wir an den folgenden Furchungsstadien, mit acht, sechzehn, zweiunddreissig Zellen u. s. w. Das letztgenannte Stadium zeigt Fig. 83 von der Oberfläche, Fig. 84 im Meridianschnitt. Das Ei wird von acht Meridianfurchen und drei darauf senkrechten Parallelkreisen geschnitten. Die Furchen gehen auch hier nur durch die Rindenschicht des Bildungsdotters hindurch, und lassen die centrale Markmasse des Nahrungsdotters unberührt. Der Bildung der Furchen geht immer die Theilung der Kerne vorher, welche aus einander rücken, aber ihre oberflächliche Lage beibehalten. Auch alle folgenden Furchungen durchschneiden bloss die Rindenschicht, und so erhalten wir nach vollendeter Furchung die Perimorula, welche in Fig. 85 von der Oberfläche, in Fig. 86 im Meridianschnitt dargestellt ist. Die gesammte Masse der gleichartigen Furchungskugeln, welche nunmehr aus der wiederholten Theilung der Eizelle entstanden sind, bildet eine einzige oberflächliche Zellenlage, welche als geschlossene „Keimhaut" (*Blastoderma*) blasenförmig den gesammten ungefurchten Nahrungsdotter umgiebt. Die „Furchen", d. h. die Grenzlinien der einzelnen Blastoderm-Zellen die den morphologischen Werth der Morula-Zellen haben, gehen nur durch die helle Rindenschicht hindurch. Eine scharfe Grenze zwischen den hellen, feinkörnigen Zellen der letzteren, und der dunkeln, grobkörnigen Centralmasse des Nahrungsdotters ist nicht wahrnehmbar.

Da der ganze centrale Nahrungsdotter an dem Furchungsprocesse keinen Antheil nimmt, so müssen nothwendig die Furchungszellen, welche aus der fortgesetzten Theilung des superficialen Bildungsdotters hervorgehen, an der Oberfläche des ersteren sich in eine epithelartige Schicht neben einander stellen, statt sich zu einer wirklichen Morula zusammenzuballen. Eine nothwendige Folge dieses Verhältnisses ist aber, dass bei der superficialen Eifurchung das dritte und vierte Stadium des Furchungs-Processes zusammenfallen, dass also die Perimorula zugleich Periblastula ist. Denn die centrale ungefurchte Masse des fettreichen Nahrungsdotters verhält sich nunmehr zu der einschichtigen Zellenhülle des Blastoderms gerade so, wie die wasserhelle, klare Flüssigkeit oder Gallertmasse der Archiblastula zu der umschliessenden Zellenschicht der letzteren. Der Raum, in welchem dort der Nahrungsdotter, hier das klare Fluidum sich befindet, ist in beiden Fällen die Furchungshöhle, Keimhöhle oder Baer'sche Höhle, das „*Blastocoeloma*".

Aus dieser Periblastula (Fig. 85, 86) entsteht nun die Gastrula der periblastischen Eier wiederum auf diejenige Weise, welche wir als die ursprüngliche ansehen, nämlich durch eine Einstülpung des Blastoderms, welche mit Bildung einer Grube an dessen Oberfläche beginnt. Diese höchst wichtige und interessante Invagination hat zuerst Bobretzky bei Astacus und Palaemon genauer geschildert und ich kann die Richtigkeit seiner Darstellungen im Wesentlichen nur bestätigen. Was ich bei Peneus sah, schliesst sich unmittelbar an des Letzteren Angaben von Palaemon an. An einer bestimmten Stelle der Ei-Oberfläche, und zwar nicht an einem der beiden Pole der Längsaxe, sondern in der Mitte der letzteren bildet sich eine kleine, anfangs sehr seichte, grubenförmige Vertiefung, welche sich rasch ausdehnt und als radial gerichteter Blindsack in den Nahrungsdotter, gegen die Mitte des Eies, hineinwächst (Fig. 87, 88). Dieser cylindrische, am blinden Ende etwas kolbig erweiterte Blindsack ist der Urdarm (*a*), seine äussere Oeffnung der Urmund (*o*). Die einfache Zellenschicht, welche denselben auskleidet und deren Zellen sich durch bedeutendere Höhe von denen des übrigen Blastoderms auszeichnen, sind die ersten Entoderm-Zellen, denen sich alle anderen nunmehr als Exoderm-Zellen gegenüberstellen.

Die Perigastrula, welche so entsteht, und welche Fig. 87 von der Oberfläche, Fig. 88 im Meridianschnitt zeigt, unterscheidet sich von der Archigastrula eigentlich nur durch die ansehnliche

Masse des die Furchungshöhle erfüllenden Nahrungsdotters, welche zwischen den beiden primären Keimblättern liegen bleibt, und welche die vollständige Annäherung des eingestülpten Entoderms an das nicht eingestülpte Exoderm verhindert. Dieser Nahrungs-Dotter wird von den Entoderm-Zellen des wachsenden Urdarms resorbirt; theilweise scheint derselbe auch noch später einer secundären Zerklüftung zu unterliegen. Die Exoderm-Zellen (*e*), welche den Nahrungsdotter von aussen umschliessen, sind kleine, helle Zellen mit centralem Kern, welche anfangs noch cylindrisch sind, später sich abplatten. Die Entoderm-Zellen hingegen (*i*) sind schlanke Cylinderzellen oder Pyramiden, deren Kern in der nach aussen gerichteten Basis der Pyramiden, ganz nahe am Nahrungsdotter, sich befindet. Durch fortgesetzte Theilung werden die Entoderm-Zellen immer dünner und schlanker; zugleich werden sie aber auch länger, indem ihre äusseren kernhaltigen Enden (die Basen der schlanken Pyramiden) immer tiefer in den Dotter hineinwachsen.

Das Properistom, der Umschlagsrand des Blastoderms, an welchem das Exoderm (*e*) in das Entoderm (*i*) übergeht, und welcher den Mundrand der Perigastrula darstellt, ist auch hier der erste Ausgangspunkt für die Bildung des Mesoderms (Fig. 89 *m*). Hier erscheinen schon kurz nach Beginn der Darm-Einstülpung die ersten Spuren eines mittleren Keimblattes in Gestalt von wenigen grossen Zellen, von denen sich namentlich die unmittelbar in dem Falze des Umschlagsrandes gelegenen durch besondere Grösse auszeichnen. Zugleich geht die einaxige Grundform der Perigastrula in die dipleure Grundform über, indem der Urmund seine centrale Lage verlässt und nach demjenigen Pole der Längsaxe hinrückt, welcher dem späteren Hinterende des Körpers entspricht. Es wird dies durch überwiegendes Wachsthum des späteren Vordertheils, resp. durch eine Zellenverschiebung im Exoderm bewirkt, welche mit der Bildung einer vor dem Urmund auftretenden Hautgrube, der ersten Anlage des Vorderdarms (*g*) im Zusammenhang steht. Vor der letzteren erscheint ein klappenartiger Vorsprung, die Anlage der Oberlippe (*l*); hinter derselben sprossen drei Paar kleine stumpfe Höcker als Auswüchse des Exoderms hervor, die ersten Anlagen der drei Paar Nauplius-Gliedmaassen (Fig. 89 I, II, III). Wie durch das Auftreten dieser äusseren Theile die dipleure oder bilateral-symmetrische Grundform sich bereits deutlich ausspricht, so geschieht es auch innerlich durch die weitere Fortbildung des Darmcanales.

Die Anlage des Vorderdarms (*g*) wächst dem blinden Vorderende des Urdarms entgegen. Der Nahrungsdotter zwischen beiden verschwindet und beide Darmhöhlen sind nur noch durch eine dünne Scheidewand getrennt, welche aus zwei Zellenschichten besteht, dem Exoderm der Schlundwand und dem Entoderm der Urdarmwand. Später wird diese Scheidewand (Rachenhaut) durchbrochen und der Vorderdarm communicirt nunmehr frei mit dem Urdarm. Aus letzterem geht bloss der Mitteldarm hervor, und vielleicht auch der Enddarm, falls sich (was noch unentschieden ist) der Urmund hier in den bleibenden After verwandelt. Der durch secundäre Einstülpung des Exoderms entstandene Vorderdarm bildet nicht nur die Mundhöhle und den Schlund, sondern auch die ganze Speiseröhre und den Kaumagen des Krebses. Beiläufig sei noch bemerkt, dass die Anlage des Postabdomen, welches bei Astacus und Palaemon frühzeitig hinter dem Urmund als Verlängerung des hinteren Körperendes hervorsprosst, bei unserm Peneus erst später aufzutreten scheint. Die in Fig. 89 und 90 dargestellte Keimform (die älteste, welche ich beobachtete) ist ein reiner Nauplius und möglicherweise schlüpft bei dieser Peneus-Art, wie bei der von Fritz Müller beobachteten, das Thier als Nauplius aus dem Ei.

Die superficiale Furchung und die Perigastrula-Bildung, wie ich sie hier nach meinen eigenen Beobachtungen an Peneus geschildert habe, scheint in wesentlich übereinstimmender Form bei vielen Arthropoden verschiedener Gruppen, sowohl Crustaceen, als Tracheaten, wiederzukehren. Bei vielen anderen Thieren dieses Stammes weicht sie dagegen mehr oder minder von jenem Typus ab und unterliegt vielfachen Modificationen. Schon die wenigen sicheren Angaben, die wir gegenwärtig besitzen, deuten darauf hin, so namentlich diejenigen von Weismann über die Musciden, von Bobretzky über Astacus und Palaemon, von Kowalevsky über Hydrophilus und Apis. Auch die zahlreichen Beobachtungen von Metschnikoff über die Ontogenie verschiedener Arthropoden scheinen diese Annahme zu stützen. Nur sind leider die meisten Angaben dieses fleissigen, aber kritiklosen Beobachters wegen ihrer Oberflächlichkeit und wegen der Unbekanntschaft desselben mit den wichtigsten Grundbegriffen der Morphologie, und besonders der Histologie nicht sicher zu verwerthen.

Als die auffallendste Modification der superficialen Furchung müssen wir wohl Diejenige ansehen, welche zuerst Weismann bei den Dipteren beschrieben hat und als weit verbreitet bei den Arthropoden betrachtet. Es sollen hier in der Rindenschicht der

Pericytula, überall in dem „peripherischen Keimhautblastem das rings den Nahrungsdotter umschliesst", gleichzeitig und plötzlich zahlreiche Zellkerne neben einander auftreten und so das einschichtige peripherische Blastoderm erzeugen. Höchst wahrscheinlich haben wir es hier mit einer sehr beschleunigten superficialen Furchung zu thun, bei welcher die Kerntheilung entweder innerhalb des undurchsichtigen Nahrungsdotters verläuft und sich so dem Blick entzieht, oder aber innerhalb des durchsichtigen Nahrungsdotters (der „Blastemschicht") so rasch vor sich geht, dass die zahlreichen Kerne alle gleichzeitig aufzutreten scheinen; vielleicht ist auch das gleiche Lichtbrechungsvermögen der Kerne und des umgebenden Protoplasma der „Blastemschicht" die Ursache, dass die fortschreitende Theilung der ersteren nicht beobachtet wurde. Jedenfalls ist das Endresultat der Eifurchung auch hier dieselbe Perigastrula, wie bei Peneus.

Die Vermuthung, dass sich jene auffallendste Modification der superficialen Furchung in dieser oder in einer anderen Weise auf die von uns geschilderte Form derselben bei Peneus zurückführen lasse, wird dadurch bekräftigt, dass auch die übrigen Modificationen, welche theils das Verhalten des Nahrungsdotters, theils dasjenige des Bildungsdotters bei verschiedenen Crustaceen und Tracheaten darbietet, sich in gleicher Weise durch secundäre cenogenetische Abänderungen erklären lassen. Auch verdient der Umstand noch besonders hervorgehoben zu werden, dass von nahe verwandten Arthropoden einer Familie (oder selbst einer Gattung, z. B. Gammarus) die einen Arten superficiale, die anderen inaequale oder discoidale Furchung besitzen. Endlich bietet uns die superficiale Eifurchung so viele Uebergänge zur discoidalen sowohl als zur inaequalen Eifurchung, dass wir sie als aus der letzteren hervorgegangen betrachten und demnach in letzter Instanz wiederum auf die primordiale Furchung zurückführen dürfen.

II. Die Eifurchung und Gastrulabildung in den Hauptgruppen des Thierreichs.

I. Gastrula und Eifurchung der Zoophyten.

Der Stamm der Zoophyten (oder der Coelenteraten im weiteren Sinne), der niederste und älteste unter den sechs Metazoen-Phylen, besitzt noch heute, wie von vornherein zu erwarten ist, die primordiale Furchung in vielen verschiedenen Gruppen;

und wir finden daher auch deren Endproduct, die ursprüngliche reine Archigastrula, bei sehr vielen Pflanzenthieren — wahrscheinlich bei der Mehrzahl derselben — getreu conservirt. Da die Urform der Metazoen, die Gastraea, selbst im zoologischen Systeme zu den Zoophyten gestellt werden muss, und da selbst die völlig ausgebildeten Pflanzenthiere der niedersten Stufe (Haliphysema, Olynthus, Hydra) nur sehr wenig von der Gastraea sich entfernt haben, so erscheint die weite Verbreitung der Archigastrula in der Ontogenie dies Stammes sehr natürlich.

Von besonderem Interesse ist es dabei, dass eines der niedersten unter den bekannten Zoophyten, Gastrophysema, uns die ursprüngliche Entstehung der Archigastrula (durch Einstülpung der Archiblastula) noch heute in typischer Form zeigt (Taf. XXV). Wie bei diesem Gastraeaden so ist die primordiale Furchung auch bei mehreren Spongien (Calcispongien[1]), Fig. 17, und Myxospongien) von mir beobachtet worden, ebenso gelegentlich bei Hydroiden und Medusen verschiedener Gattungen. Bei den Myxospongien (*Halisarca*) hat GIARD die Archigastrula zuerst nachgewiesen[2]). Bei verschiedenen Hydroiden ist dieselbe von C. GEGENBAUR[3]), AGASSIZ[4]), ALLMAN[5]), HINCKS[6]), A. KOWALEVSKY[7]) u. A. beobachtet worden. Der Letztere hat auch die reine primordiale Furchung und die typische Entstehung der Archigastrula durch Einstülpung der Archiblastula bei mehreren höheren Discomedusen genau verfolgt (Cassiopeja, Rhizostoma, Pelagia, l. c. Tab. I—III). Vergl. Taf. XIX, Fig. 22. Unter den Corallen hat derselbe sie ebenso bei Actinia (ibid. Taf. IV), Caryophyllia, Gorgonia und Cereanthus gesehen (ibid. Taf. V, VI). Vergl. Taf. XIX, Fig. 20, 21. Ich selbst habe die typische Form der primordialen Furchung und die Entstehung der echten Archigastrula durch Einstülpung der Archiblastula bei einer Actinia und bei der solitären Octocoralle Monoxenia verfolgt (Vergl. meine „Arabische Korallen", Berlin 1875).

---

1) E. HAECKEL, Monographie der Kalkschwämme, 1872. Taf. 13, 30, 44.

2) GIARD, Archives de Zoologie expérimentale. 1873. Vol. II. Pl. XIX, Fig. 15, 16.

3) GEGENBAUR, Zur Lehre vom Generationswechsel und der Fortpflanzung der Medusen und Polypen. Würzburg 1854.

4) LOUIS AGASSIZ, Contributions to the nat. hist. etc. Vol. IV. 1863.

5) ALLMAN, Monograph of the tubularian Hydroids. 1871.

6) THOMAS HINCKS, History of the British Hydroid Zoophytes. London 1868.

7) A. KOWALEVSKY, Russische Abhandl. über Ontogenie der Coelenteraten. Moskau 1873.

Dass demnach bei sehr vielen Zoophyten aus verschiedenen Classen die primordiale Furchung in der typischen ursprünglichen Weise, wie bei Gastrophysema (Taf. XXV) verläuft und die echte Archigastrula der Pflanzenthiere sehr oft sich durch Einstülpung oder Invagination der Archiblastula bildet, steht also unzweifelhaft fest. In vielen Fällen soll allerdings statt dieser *Gastrula invaginata* vielmehr eine *Gastrula delaminata* entstehen, d. h. es soll sich das einschichtige Blastoderm der Blastula in der Fläche spalten und so zweischichtig werden. Die Mundöffnung soll sich dann erst später bilden, indem die Wand dieser „Planula" durchbrochen wird. So soll durch „Delamination oder Abspaltung" namentlich die Gastrula mancher Spongien und Hydroid-Polypen, z. B. Cordylophora[1]), Campanularia[2]) entstehen. Gerade dieses Verhältniss haben die Gegner der Gastraea-Theorie mit besonderem Nachdruck als vernichtendes Argument gegen dieselbe geltend gemacht. Allein erstens sind die bezüglichen Beobachtungen keineswegs immer vollkommen klar und zweifellos; zweitens lassen dieselben — ihre volle Richtigkeit vorausgesetzt — die Deutung zu, dass die *Gastrula delaminata* eine secundäre Keimform ist, durch cenogenetische Abänderung aus der primären *Gastrula invaginata* entstanden; und drittens wird jener scheinbar so wesentliche Unterschied dadurch als völlig bedeutungslos erwiesen, dass von ganz nahe verwandten Thieren einer natürlichen Familie, oder selbst von nächststehenden Arten einer Gattung (z. B. Actinia) die Gastrula der einen durch primäre „Invagination", die Gastrula der anderen angeblich durch secundäre „Delamination" entsteht. Schon Ray-Lankester[3]) hat wiederholt darauf hingewiesen, dass die letztere sich auf die erstere zurückführen lässt; und ebenso hat sich neuerlichst Goette ausgesprochen[4]). Ich selbst bin gegenwärtig ganz überzeugt, dass auch diejenigen Gastrula-Formen, welche heute wirklich ontogenetisch durch „Delamination" oder Abspaltung sich bilden, ursprünglich (phylogenetisch) durch „Invagination" entstanden sind. Sehr viele Angaben über Delamination sind auch wohl auf Beobachtungsfehler zurückzuführen, die bei den sehr schwierigen und delicaten

1) Franz Eilhard Schulze, Ueber den Bau und die Entwickelung von Cordylophora lacustris. 1871. S. 38. Taf. V.

2) Kowalevsky, Russ. Abhandl. über Ontogenie der Coelenteraten. 1873. Taf. I.

3) E. Ray-Lankester, Ann. Mag. nat. hist. 1873, Vol. XI, p. 330.

4) Goette, Keimesgeschichte der Unke. 1875, S. 870.

Objecten sich leicht einschleichen. Wird doch z. B. bei den Geryonien die Einstülpung der Blastula, aus der die Magenhöhle hervorgeht, von KOWALEVSKY (l. c.) klar beschrieben, während FOL und METSCHNIKOFF von einer solchen Nichts wissen. Bis demnach ganz genaue und unzweifelhafte Angaben über die wahre *Gastrula delaminata* geliefert sind, dürfen wir deren Existenz einstweilen noch bezweifeln; und selbst wenn sie erwiesen sein sollte, würden wir sie auf die ursprüngliche *Gastrula invaginata* zurückführen und annehmen, dass sie aus dieser durch gefälschte oder abgekürzte Vererbung, oder durch andere cenogenetische Processe secundär entstanden ist.

Auch die Gastrula der Spongien, welche in sehr mannichfaltigen und stark abweichenden Modificationen vorzukommen scheint, dürfte durch Annahme solcher cenogenetischen Veränderungen sich erklären und auf den einheitlichen Gastrula-Typus zurückführen lassen. Diese Annahme ist vorläufig um so mehr gestattet, als bei einzelnen Schwämmen die Archigastrula in reiner Form sicher gestellt zu sein scheint (Fig. 17), während in anderen Fällen sehr abweichende Formen von Amphigastrula sich finden. Die ausführliche Darstellung der Eifurchung und Gastrulabildung der Spongien, welche ich zuerst in meiner Monographie der Kalkschwämme gegeben habe [1]), ist später von METSCHNIKOFF auf das Heftigste angegriffen worden [2]). Auch OSKAR SCHMIDT hat in einer kürzlich erschienenen Arbeit sich gegen meine Auffassung, gleichzeitig aber auch gegen diejenige von METSCHNIKOFF ausgesprochen [3]).

---

1) E. HAECKEL, Monographie der Kalkschwämme, 1872, Bd. I, p. 328—346.

2) ELIAS METSCHNIKOFF, Zur Entwickelungsgeschichte der Kalkschwämme. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1874. Bd. XXIV, p. 1. Taf. I. Die ausserordentliche Geringschätzung und ingrimmige Erbitterung, mit welcher sich METSCHNIKOFF in diesen und den daran angeschlossenen Aufsätzen über meine wissenschaftlichen Arbeiten ausspricht, erklärt sich ganz einfach und befriedigend aus den diametral entgegengesetzten allgemeinen Standpunkten, welche wir Beide in der Zoologie einnehmen. Für ELIAS METSCHNIKOFF ist die Natur ein grosses Curiositäten-Museum, welches um so „interessanter und merkwürdiger" ist, je wunderbarer und unerklärlicher die tausendfältigen Formbildungen unverbunden und unvermittelt neben einander stehen. Er sucht daher auch möglichst zahlreiche und grosse Unterschiede zwischen verwandten Formkreisen aufzufinden. Meine eigenen Bestrebungen sind gerade auf das Gegentheil gerichtet, indem ich diese Unterschiede auszugleichen und jene Mannichfaltigkeit bunter Erscheinungen auf eine gemeinsame Einheit zurückzuführen und so zu erklären suche. Die herzliche Verachtung, welche METSCHNIKOFF diesem Bestreben bezeigt, erwidere ich natürlich mit gleicher Innigkeit.

3) OSKAR SCHMIDT, Zur Orientirung über die Entwickelung der Spongien. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1875. Suppl. Bd. XXV, p. 127; Taf. VIII—X.

Da ausserdem O. Schmidt selbst bei nahe verwandten Spongien sehr verschiedene Keimungsformen beschrieben hat, bedarf die gesammte Ontogenie der Schwämme, wie er auch selbst hervorhebt, dringend neuer ausgedehnter Untersuchungen. Uebrigens scheinen mir sowohl die Beobachtungen von O. Schmidt als von Metschnikoff (ihre Richtigkeit vorausgesetzt!) einer Deutung fähig, welche ihre Zurückführung auf die inaequale Amphigastrula-Bildung wohl gestattet, demnach auch mit der Gastraea-Theorie sich vereinbaren lässt. Ich werde später darauf zurückkommen und will vorläufig nur hervorheben, dass die beiden genannten Autoren mit keinem Worte des Olynthus gedenken, jener wichtigsten und lehrreichsten Spongien-Form, welche ich als die Urform der Kalkschwämme betrachte und auf welche sich meine ganze Betrachtungsweise vorzüglich stützt. Der Olynthus ist wesentlich nur eine festsitzende Gastrula, welche geschlechtsreif geworden ist, Hautporen und Kalknadeln gebildet hat. Der junge, noch nicht geschlechtsreife Olynthus (ohne Hautporen und Kalknadeln) ist die Ascula (von der Metschnikoff behauptet, dass ich sie nie gesehen habe!). Sowohl der Olynthus als die Ascula sind sehr häufige und äusserst wichtige Schwammformen, die jederzeit leicht zu haben sind. Es kann sich also nur um die Frage handeln, wie diese, der Gastrula ganz nahe stehenden, festsitzenden Formen aus der freischwimmenden Flimmerlarve entstanden sind? Wenn diese letztere eine Invagination erleidet (wie Metschnikoff angiebt) und keine Delamination (wie ich annahm) so ist mir das für die Gastraea-Theorie natürlich nur um so lieber!

Die inaequale Furchung, welche zur Bildung der Amphigastrula führt, scheint unter den Zoophyten nicht selten vorzukommen, wenn auch im Ganzen viel weniger verbreitet als die primordiale Furchung und die Archigastrula. Unter den Spongien ist die inaequale Furchung möglicherweise ziemlich verbreitet, namentlich bei den Kieselschwämmen. Schon bei einigen Kalkschwämmen (die meistens archiblastisch zu sein scheinen), finden wir Uebergänge zur amphiblastischen Form, so z. B. bei Sycyssa Huxleyi (Fig. 18) und Sycandra raphanus (Fig. 19). Unter den Hydromedusen finden wir sie bei vielen Siphonophoren[1]; sonst scheint sie in dieser Classe selten zu sein. Häufiger ist sie vielleicht bei den Korallen (Kowalevsky l. c. Taf. IV, V). In ganz

1) E. Haeckel, Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht 1869.

exquisiter Form aber findet sie sich bei den meisten (oder allen?) Ctenophoren, wo sie von A. KOWALEVSKY[1]), HERMANN FOL[2]) und ALEXANDER AGASSIZ[3]) genau beschrieben und durch zahlreiche Abbildungen erläutert worden ist.

Ob die discoidale Furchung und die daraus hervorgehende Discogastrula im Zoophyten-Stamme vorkommt, ist heute noch zweifelhaft. Vielleicht findet sie sich bei einigen Siphonophoren und Ctenophoren. Die ansehnliche Grösse, welche die Masse der grossen „Dotterzellen" des Entoderms bei einigen Siphonophoren erreicht, so dass dem gegenüber der kleine „Blastodiscus" der Exodermzellen nur eine flache Keimscheibe am animalen Pole der Eiaxe bildet, vermittelt den Uebergang zur Discogastrula.

Dagegen ist es sehr zweifelhaft, ob die superficiale Furchung und deren Endproduct, die Perigastrula, unter den Zoophyten sich findet. Nach einigen Abbildungen scheint es, als ob sie bei manchen Spongien, bei einigen Siphonophoren und Korallen (Alcyonien) vorkommt.

II. Gastrula und Eifurchung der Würmer.

Im Stamme der Würmer finden wir die ursprüngliche Form der primordialen Furchung und die daraus hervorgehende Urform der Archigastrula bei niederen Helminthen sehr verschiedener Gruppen noch heute wohl erhalten. Unter den Plathelminthen ist dieselbe wahrscheinlich bei den Turbellarien (deren Keimesgeschichte leider nur sehr wenig untersucht ist) weit verbreitet, ebenso bei einer Anzahl Trematoden und wahrscheinlich auch bei vielen Cestoden[4]). Bei den Nemertinen ist sie von METSCHNIKOFF[5]) und DIECK[6]) beschrieben worden. Auch bei den Enteropneusten (*Balanoglossus*) scheint sie in ganz reiner Form erhalten zu sein. Ebenso finden wir sie bei den Chae-

1) KOWALEVSKY, Entwickelung der Rippenquallen. Mém. de l'Acad. S. Petersb. Tom. X. 1866.

2) HERMANN FOL, Anatomie und Entwickelung einiger Rippenquallen. Berlin 1869.

3) ALEX. AGASSIZ, Embryology of the Ctenophorae. Cambridge 1874.

4) ÉDOUARD VAN BENEDEN, Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf. Bruxelles 1870.

5) METSCHNIKOFF, Ueber die Entwickelung der Echinodermen und Nemertinen. Mém. de l'Acad. de S. Petersb. Tom. XIV, 1869, No. 8. Taf. IX.

6) GEORG DIECK, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Nemertinen. Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. VIII, 1874. Taf. XX.

tognathen[1]) (*Sagitta*) vor (Fig. 23). Ferner scheint dieselbe auch bei den Nematoden verbreitet zu sein; wenigstens geht dies aus einer kürzlich erschienenen Mittheilung von Bütschli hervor, der sie bei Cucullanus genau beschreibt[2]). Bei anderen Nematoden-Gruppen dürfte gewöhnlicher die Amphigastrula auftreten. Gleiches gilt wohl auch von der Mehrzahl der Bryozoen. Unter den Tunicaten kennen wir die reine Archigastrula durch Kowalevsky's[3]) und Kupffer's[4]) Untersuchungen über verschiedenen Ascidien; der erstere hat sie auch bei *Phoronis* unter den Gephyreen nachgewiesen.

Weit häufiger als die primordiale findet sich im Stamme der Würmer die inaequale Furchung, die zur Bildung der Amphigastrula führt (Fig. 91—102). Soweit es der heutige beschränkte Zustand unserer Kenntnisse zu beurtheilen erlaubt, ist diese Form der Eifurchung unter den Würmern bei weitem am meisten verbreitet und namentlich unter den höheren Helminthen die herrschende Keimungsform. Alle verschiedenen Modificationen derselben finden sich hier vor, bald unten bei den niederen Würmern in Anschluss an die primordiale, bald oben bei den höheren Würmern in Anschluss an die discoidale und superficiale Furchung. Dabei ist das Verhältniss der zahlreichen kleinen, hellen Zellen des animalen Bildungskeimes zu den wenigen grossen, dunkeln Zellen des vegetativen Nahrungskeimes äusserst mannichfaltig. Bald erscheint die aus den letzteren gebildete vegetative Hemisphäre in die von den ersteren formirte animale Hemisphäre „eingestülpt“ (*Entobole*, *Amphigastrula invaginata*); bald scheint vielmehr die letztere die erstere zu „umwachsen“ (*Epibole, Amphigastrula circumcreta*). Gerade hier lässt sich (wie auch bei den Mollusken) sehr schön zeigen, dass beide Formen der inaequalen Furchung nur durch die relative Grösse und Masse der „Nahrungszellen“ im Verhältniss zu den „Bildungszellen“ verschieden und durch unmerkliche Uebergänge verbunden sind. Unter der Plathelminthen[5]) scheinen solche Uebergänge sehr verbreitet zu

---

1) A. Kowalevsky, Embryol. Stud. an Würmern und Arthropoden. Méd. de l'Acad. de S. Petersb. 1871. Tom. XVI, N. 12. Taf. I.

2) Bütschli, Zur Entwickelungsgeschichte des Cucullanus elegans. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1875; Bd. XXVI, S. 103. Taf. V. Fig. 5—7 Archigastrula.

3) A. Kowalevsky, Entwickelungsgeschichte d. einfachen Ascidien. Mém. Acad. Petersb. Tom. X. Nr. 15. 1866. Taf. I.

4) Kupffer, Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren. Archiv f. mikr. Anat. 1870. Vol. VI, Taf. VIII.

5) A. Keferstein, Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte d. Seeplanarien. 1868.

sein; wahrscheinlich auch unter den Nematoden und namentlich bei den Anneliden. Unter den letzteren hat sie vorzüglich CLAPARÈDE[1]) schon 1869 in ausgedehnter Verbreitung nachgewiesen und später KOWALEVSKY[2]) auf Querschnitten genauer studirt (l. c.). Bei den meisten Chaetopoden verläuft die inaequale Furchung nach demselben Modus, den ich oben nach meinen eigenen Beobachtungen bei Fabricia geschildert habe (Taf. XXIV, Fig. 91—102). In gleicher oder ähnlicher Form entwickelt sich die Amphigastrula aber auch bei vielen anderen Würmern, namentlich den Räderthierchen, wo sie von LEYDIG[3]), SALENSKY[4]) u. A. beschrieben worden ist. Sie tritt hier meistens, wie bei vielen Anneliden, in derjenigen Modification auf, welche ich in der Anthropogenie (S. 166) als „seriale Furchung" unterschieden habe, ausgezeichnet durch die arithmetische Progression, in der sich die Furchungszellen anfänglich vermehren. Andere Modificationen der inaequalen Furchung scheinen bei Gephyreen, Tunicaten und andern Würmern vorzukommen, müssen jedoch noch genauer untersucht werden. Von Phascolosoma hat kürzlich SELENKA eine ausführliche Darstellung gegeben[5]).

Die discoidale Furchung und die daraus entstehende Discogastrula scheint zwar in so reiner Form, wie bei den Cephalopoden, Scorpionen, Vögeln u. s. w. bei den Würmern nicht vorzukommen. Aber vollständige Uebergänge zu derselben bildet die Amphigastrula der Würmer nicht selten. Einen solchen hat KOWALEVSKY bei *Euaxes* sehr genau beschreiben (l. c. Tab. III); und ähnliche werden sich wahrscheinlich auch noch bei manchen anderen Würmern mit sehr voluminösem Nahrungsdotter finden. Offenbar führt hier die starke Massenzunahme des letzteren zu einer Modification der Amphigastrula, welche sich unmittelbar der Discogastrula anschliesst[6]). Ob wahre superficiale Furchung

1) ED. CLAPARÈDE, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte der Chaetopoden. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. XIX. 1869. Taf. XII—XVII.

2) KOWALEVSKY, Embryol. Stud. an Würmern etc. Taf. III—V Euaxes; Taf. VI, VII Lumbricus.

3) LEYDIG, Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI, 1854.

4) SALENSKY, Entwickelung des Brachionus. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1872. Bd. XXII, Taf. XXXVIII.

5) SELENKA, Eifurchung und Larvenbildung von Phascolosoma. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1875, Bd. XXV, Taf. XXIX.

6) A. KOWALEVSKY, Embryol. Studien an Würmern etc. (l. c. Tab. III, IV). Auf den Querschnitten seiner Tafel IV könnte man Fig. 25 und 26 als Disco-

und die daraus entstehende Perigastrula, wie wir sie bei den meisten Arthropoden finden, auch bereits bei höheren Würmern, namentlich Anneliden, vorkommt, ist gegenwärtig noch nicht sicher bekannt, jedoch nicht unwahrscheinlich.

III. Gastrula und Eifurchung der Mollusken.

Der Stamm der Weichthiere schliesst sich bezüglich seiner Eifurchung und Gastrulabildung auf das Engste an die Gruppe der höheren Würmer an, aus der er phylogenetisch hervorgegangen ist. Die primordiale Furchung mit der Archigastrula scheint im Ganzen nur selten rein conservirt zu sein; so namentlich bei den niedersten Mollusken, den Spirobranchien oder Brachiopoden (Fig. 25). Hier hat sie Kowalevsky neuerlich von *Argiope*, *Terebratula* u. A. beschrieben [1]). Unter den Schnecken hat sie schon 1862 Lereboullet bei Lymnaeus richtig erkannt [2]); und kürzlich haben sie bei derselben Ray-Lankester [3]) und am sorgfältigsten Carl Rabl [4]) beschrieben. Das Vorkommen der reinen Archigastrula ist hier um so interessanter, als die primordiale Furchung einen vorübergehenden Anlauf zur inaequalen nimmt. Nachdem nämlich die ersten vier Furchungszellen von gleicher Grösse gebildet sind, werden dieselben durch eine dem Aequator parallele Kreisfurche in vier grössere und vier kleinere Zellen getheilt, wie bei sehr vielen Würmern und Mollusken (Fig. 104). Dann aber „theilen sich die grossen Furchungskugeln rascher und öfter als die kleinen, so dass schliesslich alle Zellen ungefähr die gleiche Grösse besitzen." (Rabl l. c.).

Viel häufiger als die primordiale tritt bei den Mollusken die inaequale Furchung mit der Amphigastrula auf, welche in diesem Thierstamme, wie bei den Würmern, die bei weitem häufigste Keimungsform zu sein scheint. Die meisten älteren Be-

---

morula, Fig. 27 u. 28 als Discoblastula, Fig. 29 u. 30 als Discogastrula deuten, mit Rücksicht auf die entsprechenden Flächenansichten der Taf. III.

1) Kowalevsky, Russische Abhandl. über Ontogenie der Brachiopoden. Kasan 1873. Taf. I.

2) Lereboullet, Embryologie du Lymnée. Annales d. sciens. nat. Vol. XVIII, 1862, Taf. 11. Fig. 25 Archiblastula. Fig. 26 Archiblastula invaginata. Fig. 26 Archigastrula.

3) Ray-Lankester, Observations on the development of the Pond-Snail. Quart. Journ. of microsc. Science, Vol. XIV, 1874.

4) Carl Rabl, Die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten. Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1875. Vol. IX, Taf. VII.

schreibungen der Keimung von Muscheln und Schnecken sind auf diese Form zu beziehen, obwohl die Mehrzahl derselben nicht hinreichend genau ist. Auch diejenigen Brachiopoden, welche viel Nahrungsdotter im Ei angehäuft haben (z. B. *Thecidium*), haben an Stelle der ursprünglichen primordialen allmählich die inaequale Furchung angenommen. Ueber die Amphigastrula der Muscheln hat die genauesten (noch nicht veröffentlichten) Untersuchungen CARL RABL an *Unio* angestellt. Ich habe mich von deren Richtigkeit an sehr guten, von RABL angefertigten Querschnitten mit eigenen Augen überzeugt. Seiner freundlichen Mittheilung verdanke ich die in Fig. 26—28 auf Taf. XIX gegebenen Abbildungen. Das eingestülpte Entoderm der Amphigastrula zeigt sehr hohe schmale Cylinderzellen im Gegensatze zu den niederen Plattenzellen des Exoderm. An der Amphiblastula von Unio (Fig. 26) ist das ganze Entoderm nur durch eine einzige sehr grosse Zelle repräsentirt, während das Exoderm bereits ein Gewölbe von vielen kleinen Zellen bildet [1]). Von den Schnecken hat die Amphigastrula besonders genau SELENKA bei Purpura beschrieben [2]). Der Nahrungsdotter ist hier so gross, dass die primär gefurchte Schicht der kleinen hellen Bildungszellen am animalen Bildungspole des Eies eine fast halbkugelige Kappe bildet. Diese „umwächst" die grosszellige, erst secundär gefurchte, subsphärische Masse der grossen dunkeln Nahrungszellen: „Epibolie" (Amphiblastula, l. c. Fig. 3). Hierauf schlägt sich der verdickte Rand der primären hellen Keimschicht am untern „Nahrungspole" nach innen um und seine eingestülpte Verlängerung wächst als „secundäre Keimschicht" (Entoderm) zwischen den grossen Dotterkugeln und der „primären Keimschicht" (Exoderm) nach dem oberen „Bildungspole" zurück (*Amphigastrula circumcreta*, l. c. Fig. 4, 5). Vergl. Fig. 32. Wird der Nahrungsdotter noch grösser, wie es bei einigen höheren Cochliden der Fall ist, so breitet sich die primäre Keimschicht noch flacher, scheibenförmig auf dem Nahrungsdotter aus, den sie später umwächst. Die Amphigastrula geht so in die Discogastrula über.

Die discoidale Furchung mit der Discogastrula wird

1) PAUL FLEMMING bemerkt in den kürzlich erschienenen „Studien in der Entwickelungsgeschichte der Najaden" (Wien. Acad. Sitzungsber. 1875. Vol. LXXI), dass eine eigentliche Gastrula hier nicht vorkomme. Er hat dieselbe offenbar desshalb übersehen, weil er keine Querschnitte durch das Gastrula-Stadium angefertigt hat.

2) SELENKA, Die Anlage der Keimblätter bei Purpura lapillus. Haarlem 1872. Taf. XVII.

dergestalt schon bei den höheren Schnecken durch die zunehmende Vergrösserung des Nahrungsdotters allmählig eingeführt. Sie findet sich allgemein bei der höchsten Mollusken-Classe, den Cephalopoden vor, und verläuft hier in einer Form, welche im Wesentlichen mit derjenigen der Vögel und Reptilien, wie der meisten Fische, identisch zu sein scheint. Bekanntlich ist diese Bildung einer Keimscheibe (*Blastodiscus*) bei den Cephalopoden schon 1844 von Kölliker [1]) entdeckt und neuerdings von E. Ray-Lankester [2]) und Ussow [3]) auf Querschnitten studirt worden. Die Abbildung, welche Ray-Lankester (l. c. Taf. IV, Fig. 1 x) von einem Meridianschnitt durch die Keimscheibe eines Loligo-Eies giebt, scheint mir keinen Zweifel zu lassen, dass die Discogastrula sich auch hier bei den Cephalopoden, ganz ebenso wie bei den discoblastischen Wirbelthieren, durch Invagination bildet. Die linsenförmige Keimscheibe (*Discomorula*) verdünnt sich in der Mitte, während die Ränder sich verdicken, und hebt sich in der Mitte von dem darunter liegenden Nahrungsdotter ab (*Discoblastula*). Hierauf schlägt sich der verdickte „Randwulst", das Properiston, nach innen um, wächst als secundäre Keimschicht (beginnendes Entoderm) zwischen den Nahrungsdotter und die primäre Keimschicht (Exoderm) centripetal hinein und bildet schliesslich mit letzterer zusammen eine flach kappenförmige zweiblätterige *Discogastrula*, welche darauf den ganzen Nahrungsdotter umwächst.

Die superficiale Furchung mit der Perigastrula scheint unter den Mollusken nicht vorzukommen.

IV. Gastrula und Eifurchung der Echinodermen.

Im Stamme der Echinodermen überwiegt ganz vorherrschend, soweit sich nach den bisherigen, immer noch relativ wenig zahlreichen Beobachtungen schliessen lässt, die primordiale Furchung und die Archigastrula. Die Keimung derselben, welche ganz dem primitiven, auf unserer Tafel XXV von Gastrophysema abgebildeten Typus entspricht, ist neuerdings bei den Asteriden von Alex. Agassiz [4]), bei den Holothurien von Kowa-

---

1) Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844.

2) E. Ray-Lankester, Observ. on the Development of the Cephalopoda. Quart. Journ. Micr. Sc. 1875. No. 57. Pl. IV, V.

3) M. Ussow, Zoologisch-embryologische Untersuchungen. Arch. f. Naturg. 1874. Bd. 40, S. 340.

4) Alex. Agassiz, On the Embryology of the Starfish. Contributions etc. Vol. V, 1864.

LEVSKY [1]) genau verfolgt worden. Die Gastrulation eines Echiniden, des Toxopneustes lividus, habe ich selbst kürzlich in Ajaccio, gelegentlich der Untersuchungen, welche mein Reisegefährte, Herr Dr. OSCAR HERTWIG, über die Eibildung desselben anstellte, verfolgt, und mich dabei überzeugt, dass sie in nichts Wesentlichem von der primordialen Furchung und der Archigastrula-Bildung der Asteriden und Holothurien abweicht. Der Umstand, dass bei vielen Echinodermen die Einstülpung der Archiblastula nicht vollständig wird und zwischen Entoderm und Exoderm der Archigastrula ein ansehnlicher, mit klarer Flüssigkeit oder Gallertmasse („Gallertkern", HENSEN) gefüllter Hohlraum, der Rest des Blastocoeloms, längere Zeit bestehen bleibt, ist natürlich nicht von Belang (Fig. 33 *s*). Dass die primordiale Furchung unter Echinodermen aller Gruppen weit verbreitet ist, lässt sich aus der Vergleichung der verschiedenen Larven- oder Ammenformen erschliessen.

Neben der vorherrschenden primordialen Furchung scheint bei vielen Echinodermen **inaequale Furchung** und **Amphigastrula** vorzukommen; insbesondere bei jenen Formen, welche der sogenannten „directen Entwickelung" unterliegen und den ursprünglichen Generationswechsel sehr stark abgekürzt oder ganz verloren haben. Da hier offenbar keine ursprüngliche „directe Entwickelung" vorliegt, sondern vielmehr eine cenogenetische Abkürzung und Fälschung des ursprünglichen palingenetischen Entwickelungsganges (— wie unter Anderem der „provisorische Larvenapparat" der Embryonen bei der lebendig gebärenden Amphiura squamata deutlich beweist —), so ist von vornherein zu erwarten, dass auch die ursprüngliche Form der primordialen Eifurchung secundäre Modificationen erlitten haben wird. Wahrscheinlich wird sich hier bei Vielen im Laufe der Zeit eine mehr oder minder bedeutende Quantität von Nahrungsdotter gebildet haben und die Furchung mehr oder minder inaequal geworden sein. Zwar ist eine deutliche Amphigastrula bisher erst bei wenigen Echinodermen beobachtet worden, allein ihre weitere Verbreitung lässt sich aus den obigen Gründen vermuthen. Insbesondere dürften die lebendig gebärenden oder sonst in der Keimung vom gewöhnlichen Typus des Generationswechsels abweichenden Arten darauf zu untersuchen sein: unter den Asteriden Uraster Mülleri, Echinaster Sarsii, Pteraster militaris, Amphiura squa-

1) KOWALEVSKY, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Holothurien. Mém. Acad. Petersb. 1867.

mata und die verwandten viviparen Arten [1]); unter den Crinoiden wahrscheinlich viele Species; unter den Echiniden der lebendig gebärende Anochanus chinensis und verwandte Arten; unter den Holothurien Thelenota tremula, Phyllophorus urna, Synaptula vivipara und vielleicht noch viele Andere. Die genaueste Darstellung der inaequalen Furchung hat kürzlich Selenka von Cucumaria doliolum gegeben. Bei der Amphiblastula dieser Holothurie ist die Invagination ebenfalls nicht vollständig und zwischen Entoderm und Exoderm der Amphigastrula bleibt ein „glasheller Gallertkern zurück, welcher die Rolle eines ungeformten Nahrungsdotters spielt. Während hinten die Reste dieses Gallertkerns allmählig eingeengt und endlich durch Resorption ganz zum Verschwinden gebracht werden, bleibt im vorderen Drittel derselbe noch lange bestehen. Es kommt hier zur Bildung eines grossen Oeltropfens, welcher die Larve schwimmend an dem Meeresspiegel hält, den hinteren Pol nach unten gewendet. Erst später tritt ein Schwund dieses Gebildes und damit der Furchungshöhle überhaupt ein" [2]).

Ob bei einigen von denjenigen Echinodermen, bei denen der palingenetische Gang der Keimung durch cenogenetische Anpassungen abgekürzt und gefälscht worden ist, die Ansammlung des Nahrungsdotters einen höheren Grad erreicht und somit zur discoidalen Furchung und zur Discogastrula hinüber führt, ist aus den bisherigen, sehr unvollständigen Beobachtungen nicht sicher zu ersehen; indessen keineswegs a priori unwahrscheinlich.

Dagegen ist es nicht wahrscheinlich, dass bei irgend einem Echinodermen die superficiale Furchung und die Perigastrula sich findet.

V. Gastrula und Eifurchung der Arthropoden.

Im Stamme der Arthropoden, sowohl bei den Crustaceen, wie bei den Tracheaten, scheint die primordiale Furchung und die Archigastrula nur in sehr wenigen Fällen rein conservirt zu sein. Wahrscheinlich findet sie sich noch heute bei einzelnen Crustaceen aus den Ordnungen der Branchiopoden und Copepoden, bei denen vor der ursprünglichen Nauplius-Form eine rasch vorübergehende zweiblätterige Keimform auftritt, welche als Archi-

1) Sars, Fauna littoralis Norvegiae. Vol. I, 1846, Taf. VI; Vol. II, 1856, Taf. VIII.

2) Selenka, Embryologie von Cucumaria doliolum. Sitzungsber. der physik. medic. Soc. zu Erlangen. 1875.

gastrula zu betrachten ist[1]). Als solche ist wahrscheinlich auch der Keim der Tardigraden oder Arctisken zu deuten, welchen KAUFMANN beschrieben hat[2]). Ebenso ist vielleicht auch der einfache, von Nahrungsdotter ganz entblösste Embryo der merkwürdigen Pteromalinen (Platygaster, Polynema, Ophioneurus, Teleas), welchen wir durch GANIN[3]) kennen gelernt haben, als Archigastrula zu deuten und vermuthlich durch Invagination einer primordialen Archiblastula entstanden. Allerdings beschreibt GANIN die „totale Furchung" dieser parasitischen Hymenopteren in abweichender Weise. Indessen dürfte dieser Unterschied entweder durch genauere histologische Untersuchung des Furchungsprocesses auszugleichen oder auf eine geringfügige cenogenetische Modification zurückzuführen sein. Möglich bleibt es immerhin, dass hier keine ursprüngliche Archigastrula-Bildung vorliegt, sondern eine eigenthümliche Modification der Eifurchung, welche durch den tertiären cenogenetischen Verlust des secundären, bei den Vorfahren der Pteromalinen noch vorhandenen Nahrungsdotters bedingt ist.

Ziemlich verbreitet unter den niederen Arthropoden, und jedenfalls viel häufiger als die primordiale, ist die inaequale Furchung und die daraus hervorgehende Amphigastrula. Unter den Crustaceen scheint dieselbe in den allermeisten Fällen aufzutreten, in denen der echte Nauplius noch heute conservirt ist; jene bedeutungsvolle Keimform, welche zuerst FRITZ MÜLLER in seiner ideenreichen Schrift „Für Darwin" als Wiederholung der gemeinsamen Stammform aller Crustaceen nachgewiesen hat[4]). Die Entstehung des Nauplius und der zweiblätterigen, der Gastrula entsprechenden Keimform scheint in der Mehrzahl der Fälle durch inaequale Furchung zu geschehen. Wird die Masse des Nahrungsdotters, die den Nauplius-Darm erfüllt, beträchtlich, so kann die inaequale Furchung bald in die discoidale, bald in die superficiale Furchung übergehen. Die genauesten Untersuchungen, die wir bisher über diesen Vorgang besitzen, namentlich diejenigen von ED. VAN BENEDEN und EMIL BESSELS[5]), lassen vermuthen, dass hier

1) ED. VAN BENEDEN et EMIL BESSELS (l. c.).

2) JOSEPH KAUFMANN, Ueber die Entwickelung und system. Stellung der Tardigraden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1851. Vol. III, S. 220, Taf. VI.

3) M. GANIN, Beiträge zur Erkenntniss der Entwickelungsgeschichte bei den Insecten. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1869. Vol. XIX, Taf. 30—33.

4) FRITZ MÜLLER, Für Darwin. Leipzig 1864.

5) EDOUARD VAN BENEDEN et EMIL BESSELS, Sur la Formation du Blastoderme chez les Crustacés. Bulletins et Mémoires de l'Acad. Belge. 1868, 1869.

eine ziemlich ausgedehnte Stufenreihe von Uebergangsformen der inaequalen Eifurchung bestehen wird, welche sich einerseits unten an die frühere primordiale, oben an die spätere discoidale und superficiale Furchung anschliessen. Dasselbe ist auch von den niederen Tracheaten zu vermuthen, sowohl Insecten, als namentlich Spinnen. Auch hier scheinen manche (vorzüglich kleine Arten, deren kleine Eier wenig Nahrungsdotter enthalten) eine inaequale Eifurchung durchzumachen, die sich bald mehr an die primordiale, bald mehr an die discoidale, bald endlich unmittelbar an die superficiale Furchung anschliesst.

Wie weit die discoidale Furchung und die Discogastrula unter den Arthropoden verbreitet ist, lässt sich heutzutage noch nicht annähernd bestimmen. Nur so viel scheint sicher, dass sie sowohl unter den Crustaceen als unter den Tracheaten ziemlich häufig vorkommt, insbesondere bei grösseren, differenzirteren Formen, die einen ansehnlichen Nahrungsdotter erworben haben. Sie muss hier überall vorkommen, wo sich „an einem Pole des Eies eine Keimscheibe (*Blastodiscus*) bildet, welche den Nahrungsdotter umwächst, indem sie sich allmählich bis zu dem entgegengesetzten Pole hin ausdehnt". So finden wir sie bei der Nauplius-Bildung von grösseren Crustaceen verschiedener Ordnungen (van Beneden et Bessels l. c.). Vom Oniscus hat sie Bobretzky [1]) sehr genau beschrieben (Fig. 35, 36, 37). Ebenso sehen wir sie bei verschiedenen Tracheaten, insbesondere bei den Scorpionen verlaufen. Die Discogastrula des Scorpions, welche auf unserer Fig. 40 copirt ist, entspricht derjenigen der Vögel und Reptilien [2]).

Die grösste Rolle spielt im Stamme der Gliederthiere, sowohl unter den Crustaceen, als unter den Tracheaten, die superficiale Furchung und die daraus resultirende Perigastrula (Fig. 38). Ja diese eigenthümliche Keimungs-Form ist sogar recht eigentlich für diesen Stamm charakteristisch und wir müssen es noch dahin gestellt sein lassen, ob dieselbe in einem der anderen Stämme (insbesondere bei den Würmern), in derselben ausgeprägten Form sich findet. Bei vielen niederen und bei der grossen Mehrzahl der höheren Crustaceen (namentlich der Malacostraken), bei den Poecilopoden (Limulus), bei der Mehrzahl der Arachniden und Myriapoden und namentlich bei den allermeisten Insecten scheint

1) Bobretzky, Zur Embryologie des Oniscus murarius. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1874. Bd. XXIV, S. 178, Taf. XXI.

2) Metschnikoff, Embryologie des Scorpions. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1871, Vol. XXI, S. 204.

sich der Embryo auf diesem eigenthümlichen Wege zu entwickeln. Als die genauesten Beobachtungen, welche wir darüber besitzen, wurden bereits vorher diejenigen von BOBRETZKY[1]), E. VAN BENEDEN und BESSELS (l. c. l. c.), WEISMANN[2]) und KOWALEVSKY[3]) hervorgehoben. Aber auch die Angaben von CLAPARÈDE[4]), METSCHNIKOFF und vielen anderen Beobachtern lassen sich wohl auf jene zurückführen.

Soweit man nach den zahlreichen, gegenwärtig vorliegenden — allerdings bei dem ungeheuren Umfang des Arthropoden-Stammes immer noch relativ spärlichen — Angaben urtheilen darf, ist die echte superficiale Furchung mit derjenigen Perigastrulabildung, welche ich von Peneus geschildert habe (Taf. XXIII) unter den höheren Crustaceen und Tracheaten allerdings die vorherrschende Form. Allein es scheinen unter den zahlreichen Modificationen derselben auch viele Zwischenformen vorzukommen, welche als vermittelnde Uebergänge theils zwischen der superficialen und discoidalen, theils zwischen der superficialen und inaequalen, theils zwischen der superficialen und primordialen Furchung zu deuten sind. Selbst bei nahe verwandten Gliederthieren finden sich in dieser Beziehung höchst auffallende Unterschiede vor, wie schon VAN BENEDEN und BESSELS (l. c.) mit Recht hervorgehoben haben. Sie fanden z. B. bei verschiedenen Species das Genus Gammarus die Furchung und das Verhalten des Nahrungsdotters höchst verschieden.

Aus diesen Gründen dürfen wir schliessen, dass die superficiale Furchung und die Perigastrula-Bildung der Arthropoden bald direct aus der primordialen, bald indirect aus der discoidalen, oder aus der inaequalen Furchung (wie sie bei anderen Thieren dieses Stammes vorkommt) sich phylogenetisch entwickelt hat. Da wir aber sowohl die discoidale als die inaequale Furchung als secundäre Processe nachgewiesen haben (aus der primordialen Furchungsform durch cenogenetische Abänderungen entstanden), so werden wir auch die superficiale Furchung direct oder indirect auf letztere zurückzuführen haben. Sehr oft wird die superficiale Furchung

1) BOBRETZKY, Russische Abhandlungen über Ontogenie der Arthropoden. Kiew 1873.

2) WEISMANN, Die Entwickelung der Dipteren. Leipzig 1864.

3) KOWALEVSKY, Embryol. Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. Acad. Petersb. 1871.

4) ED. CLAPARÈDE, Recherches sur l'évolution des Araignées. Genève 1862. Studien an Acariden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1868. Vol. XVIII, S. 486.

aus der primordialen direct entstanden sein, indem der im Centrum der Eizelle angesammelte Nahrungsdotter sich an der Theilung des peripherischen Bildungsdotters zu betheiligen aufhörte.

VI. Gastrula und Eifurchung der Wirbelthiere.

Im Stamme der Vertebraten ist die Eifurchung und die daraus resultirende Keimblätterbildung seit mehr als einem halben Jahrhundert von zahlreichen Beobachtern auf das Genaueste untersucht worden, und es sind darüber mehr verschiedene und eingehende Darstellungen veröffentlicht worden, als über die ersten Keimungs-Vorgänge in allen übrigen Thierstämmen zusammengenommen. Ja die betreffenden Verhältnisse der Wirbelthiere bildeten eigentlich noch bis vor wenigen Jahren den Mittelpunkt der gesammten Keimblätter-Theorie; und als man dann anfing, diese auch auf die Wirbellosen auszudehnen, lieferten die Vertebraten das ausgebildete Schema, von welchem ausgehend man die verschiedenen Verhältnisse der Wirbellosen zu beurtheilen versuchte. Bekanntlich haben viele Zoologen noch bis vor zehn Jahren die Bildung und Sonderung der Keimblätter überhaupt als einen den Wirbelthieren eigenthümlichen Differenzirungs-Process aufgefasst. Als man dann aber auch bei den Wirbellosen diesen Vorgang in grosser Ausdehnung nachzuweisen begann, war es ein verhängnissvoller Umstand, dass man die am häufigsten und am genauesten untersuchte Keimung des Hühnchens zum Ausgangspunkt wählte. Die hier auftretende discoidale Furchung und Discogastrula-Bildung, eine sehr stark modificirte secundäre Keimungsform, wurde unglücklicher Weise als Erklärungs-Basis für die viel einfacheren, primären Keimungsformen niederer Thiere hingestellt und das Verhältniss des kleinen Bildungsdotters zum grossen Nahrungsdotter völlig verkehrt aufgefasst. Die wichtigsten Keimungsprocesse, die Bildung der Blastula und die Entstehung der Gastrula durch Invagination der letzteren wurden dabei ganz übersehen. und erst in neuester Zeit gelang es, diese auch hier nachzuweisen,

Soweit sich gegenwärtig die Keimungsverhältnisse der Vertebraten übersehen lassen, finden wir von den vier Hauptformen der Eifurchung und Gastrulation die superficiale hier gar nicht vor, die primordiale nur beim Amphioxus. Dagegen findet sich die inaequale Furchung bei den Cyclostomen, Amphibien, Ganoiden, Marsupialien (?) und Placentalien (wahrscheinlich auch bei den

Dipneusten); die discoidale Furchung bei den Selachiern, Teleostiern, Reptilien, Vögeln nnd Monotremen (?).

Die ursprüngliche reine Form der primordialen Furchung und die daraus hervorgehende Archigastrula hat unter den Wirbelthieren bis auf den heutigen Tag einzig und allein der Amphioxus getreu conservirt (Taf. XX, Fig. 41—44). Wie wir durch Kowalevsky's epochemachende Entdeckung 1866 erfahren haben, durchläuft das Ei dieses ältesten Wirbelthieres eine vollkommen reguläre totale Furchung, die sich in keiner Weise von derjenigen anderer archiblastischer Eier unterscheidet[1]). Aus der Archimorula entsteht eine echte Archiblastula (Fig. 41); diese stülpt sich unipolar ein (Fig. 42); das eingestülpte Entoderm legt sich an das nicht eingestülpte Exoderm an (Fig. 43) und wir erhalten somit eine ellipsoide Archigastrula (Fig. 44). Wie wir den Amphioxus aus vergleichend-anatomischen Gründen als den letzten überlebenden Repräsentanten einer untergegangenen formenreichen Classe von schädellosen Wirbelthieren (*Acrania*) betrachten müssen, so müssen wir auch aus vergleichend-ontogenetischen Gründen den Schluss ziehen, dass die von ihm conservirte primordiale Furchung diesen letzteren (wenigstens zum Theil) gemeinsam war.

Aus der primordialen Furchung und der Archigastrula der Acranier, welche unter den Wirbelthieren der Gegenwart nur noch der Amphioxus besitzt, hat sich zunächst die inaequale Furchung und die Amphigastrula entwickelt, welche wir bei vielen niederen Wirbelthieren in bemerkenswerther Uebereinstimmung antreffen: bei den Cyclostomen, den Ganoiden und den Amphibien, höchstwahrscheinlich auch bei den Dipneusten. Die inaequale Furchung der Cyclostomen hat zuerst Max Schultze[2]) von Petromyzon beschrieben (Fig. 45—48); vermuthlich wird sich dieselbe Form auch bei den Myxinoiden finden, deren wichtige Keimesgeschichte leider noch ganz unbekannt ist. Die Amphimorula von Petromyzon (Fig. 46) zeigt eine geräumige Keimhöhle (*s*), deren gewölbte Decke von der animalen Hemisphäre, deren vertiefter Boden von der vegetativen Hemisphäre der Furchungszellen gebildet wird. Bei der daraus hervorgehenden Amphiblastula (Fig. 47) ist die Keimhöhle (*s*) noch bedeutend erweitert, während schon die Einstülpung des Urdarms beginnt (*a*). Später verschwindet

1) A. Kowalevsky, Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. Mém. Acad. Petersb. 1867. Tom. XI. No. 4.

2) Max Schultze, Die Entwickelungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Haarlem 1856.

mit der fortschreitenden Einstülpung des Urdarms die Furchungshöhle ganz und die typische Amphigastrula ist fertig (Fig. 48). Der Urmund der letzteren oder der „Rusconi'sche After" (*o*) geht nach Max Schultze, „bestimmt in den definitiven After des Embryo über".

Ueber die inaequale Furchung der Ganoiden besitzen wir bis jetzt bloss die vorläufige Mittheilung, welche Kowalevsky, Owsjannikow und Wagner über die Keimung der Störe 1869 gegeben haben. Demnach stimmt dieselbe im Wesentlichen mit derjenigen des Petromyzon und der Amphibien überein. Auch die Amphigastrula des Accipenser scheint von derjenigen des Petromyzon und der Amphibien nicht wesentlich verschieden zu sein [1]).

Am längsten bekannt und am genauesten untersucht ist die inaequale Furchung bei den Amphibien, über welche vor allen die höchst sorgfältigen Beobachtungen von Remak [2]) und Goette [3]) vollständigen Aufschluss gegeben haben (Fig. 51—53). Als Eigenthümlichkeiten derselben sind besonders hervorzuheben: das lange Bestehen der Furchungshöhle (*s*) neben der Urdarmhöhle (*a*), welche zum grössten Theile mit Dotterzellen ausgefüllt ist, und deren Urmund (*o*) durch den Baer'schen Dotterpfropf (gewöhnlich mit Unrecht nach Ecker benannt) ausgefüllt wird. Daher ist eine scharfe Grenze weder zwischen der Amphimorula (Fig. 51) und der Amphiblastula (Fig. 52), noch zwischen dieser letzteren und der Amphigastrula (Fig. 53) zu ziehen.

Eine ganz eigenthümliche Modification der inaequalen Furchung und der Amphigastrula-Bildung scheinen die Säugethiere darzubieten. Seit den ersten genauen Beobachtungen, welche uns Bischoff [4]) über die Eifurchung der Säugethiere gegeben hat, nimmt man allgemein an, dass dieselbe als „reguläre totale Furchung" verläuft, in derselben primordialen Form, welche unter den Wirbelthieren sonst nur beim Amphioxus zu finden ist. Als Endproduct der wiederholten Eitheilung wird eine reguläre Archimorula geschildert, ein solider kugeliger Zellenhaufen, der aus

---

1) A. Kowalevsky, P. Owsjannikow und N. Wagner, Die Entwickelungsgeschichte der Störe. Bulletin Acad. Petersb. 1870. Tom. XIV, S. 318.

2) Robert Remak, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. 1855. Taf. IX.

3) Alexander Goette, Entwickelungsgeschichte der Unke (Bombinator). 1875. Taf. I, II.

4) Bischoff, Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies. 1842. — des Hunde-Eies. 1845.

lauter gleichartigen Zellen zusammengesetzt ist[1]). Aus diesem soll dann eine reguläre „Keimblase oder *Vesicula blastodermica*", also eine Archiblastula entstehen, indem im Innern desselben sich Flüssigkeit ansammelt und sämmtliche Zellen zur Bildung einer einschichtigen Wand der Hohlkugel zusammentreten[2]). Wäre diese „Keimblase" der Säugethiere wirklich, wie man fast allgemein annimmt, der einfachen Archiblastula des Amphioxus, der Ascidien und anderer archiblastischer Thiere homolog, so müsste der mit klarer Flüssigkeit gefüllte Hohlraum die Furchungshöhle sein. Nun ist derselbe aber vielmehr, wie sich aus der späteren Entwickelung zweifellos ergiebt, die Höhle des mit Flüssigkeit gefüllten Dottersacks, oder — mit anderen Worten — die Urdarmhöhle. Unmöglich aber kann sich die Furchungshöhle, welche zwischen Exoderm und Entoderm liegt, unmittelbar in die ganz davon geschiedene, bloss vom Entoderm umschlossene Urdarmhöhle umwandeln.

In der That liegen aber die Furchungs-Verhältnisse der Säugethiere nicht so einfach, wie man bisher annahm, sondern vielmehr ziemlich complicirt. Das lässt sich schon a priori erwarten aus dem Verwandtschafts-Verhältniss der Säugethiere zu den übrigen Vertebraten. Unmöglich können die Mammalien als höchst entwickelte Classe des Stammes den ursprünglichen einfachsten Process der primordialen Furchung bis heute conservirt haben, den allein der Amphioxus noch besitzt, während alle übrigen Wirbelthiere modificirte Furchungsformen zugleich mit dem Nahrungsdotter erworben haben. Auch ist ja in der That die Archigastrula, die das Resultat der primordialen Furchung sein müsste, nirgends bei den Säugethieren nachzuweisen und ich habe desshalb schon in der Anthropogenie (S. 166) ihre Eifurchung als „pseudototale" bezeichnet. Ausserdem lässt sich aber schon aus den wenigen und lückenhaften Beobachtungen, die überhaupt über die Furchung der Säugethiere vorliegen, mit Sicherheit schliessen, dass hier nirgends primordiale, sondern überall abgeleitete und modificirte Furchungs-Verhältnisse sich finden.

Leider sind die höchst wichtigen Vorgänge, welche die Eifurchung der Säugethiere begleiten, bisher noch viel zu wenig erforscht, und neue, umfangreiche und mit Rücksicht auf die leitende

1) Die angebliche Archimorula des Säugethieres ist von BISCHOFF abgebildet: „Kaninchen-Ei" Taf. IV, Fig. 28, 30; „Hunde-Ei" Taf. II, Fig. 16, 19.

2) Die angebliche Archiblastula des Säugethieres ist von BISCHOFF abgebildet: „Kaninchen-Ei", Taf. VI, Fig. 35. 36; Taf. VII, Fig. 37.

Gastraea-Theorie angestellte Untersuchungen sind das dringendste Bedürfniss. Von den drei Hauptgruppen der Säugethiere sind die beiden niederen, Monotremen und Didelphien, überhaupt noch gar nicht auf die Furchung untersucht, und nur über einige wenige Placentalien besitzen wir unvollständige und unzureichende Beobachtungen. Von den grossen Eiern der Monotremen, die einen mächtigen Nahrungsdotter besitzen, lässt sich mit Sicherheit vermuthen, dass sie discoidale Furchung besitzen und eine Discogastrula bilden werden wie die Vögel und Reptilien. Dasselbe gilt vielleicht auch von einem Theile der Marsupialien (?), während ein anderer Theil derselben (und wohl die grosse Mehrzahl) sich vermuthlich an die Placentalien anschliessen wird. Die Placentalien der Gegenwart besitzen wahrscheinlich sämmtlich inaequale Furchung und bilden eine eigenthümlich modificirte Amphigastrula. Man könnte versucht sein, diese unmittelbar von derjenigen der Amphibien abzuleiten, da ja die Säugethiere überhaupt — direct oder indirect — jedenfalls als Descendenten der Amphibien aufzufassen sind. Viel wahrscheinlicher ist es aber, dass die Amphigastrula der Placentalien (und Didelphien ?) durch Rückbildung — insbesondere durch Reduction und Verflüssigung des Nahrungsdotters — aus der Discogastrula der Monotremen und somit die inaequale Furchung der ersteren nicht primär, sondern tertiär aus der secundären discoidalen Furchung der letzteren entstanden sein wird.

Dass in der That die Eifurchung der Placentalien die inaequale und nicht die primordiale ist, lässt sich schon aus den Angaben und Abbildungen von Bischoff über die Keimung des Meerschweinchens und des Rehes entnehmen. Bereits in frühen Stadien der Furchung treten hier Furchungszellen von sehr ungleicher Grösse und Beschaffenheit neben einander auf[1]). Aber auch schon die früheren Beobachtungen desselben Forschers über die Keimung des Kaninchens und des Hundes führen zu demselben Schlusse. Denn jener bekannte hügelförmige oder halbkugelige „Rest von dunkeln Furchungskugeln an einer Stelle der Innenfläche der hellen Keimblase" beweist allein schon, dass diese „Vesicula blastodermica" keine wahre primäre Archigastrula, sondern eine modificirte secundäre oder tertiäre Amphiblastula ist, und dass schon während des Furchungsprocesses eine Differenzi-

---

1) Bischoff, Entwickelungsgeschichte des Meerschweinchens, 1852 (Taf. I, Fig. 7—12). — des Rehes, 1854 (Taf. I, Fig. 5—10).

rung zwischen zweierlei Zellen, kleineren, hellen, animalen (Exoderm-) Zellen, und grösseren, dunkeln, vegetativen (Entoderm-) Zellen eingetreten ist. Daraus lässt sich dann auch ferner schliessen, dass die Annahme einer Spaltung oder Delamination des Blastoderms in die beiden primären Keimblätter unbegründet ist.

Meines Wissens hat bis jetzt nur ein einziger Beobachter diese wichtigen Verhältnisse in der inaequalen Furchung des Säugethier-Eies richtig ins Auge gefasst und den Weg angedeutet, auf welchem das schwierige Verständniss der eigenthümlichen Säuger-Furchung gesucht werden muss. In der kurzen vorläufigen Mittheilung, welche Alexander Goette „Zur Entwickelungsgeschichte des Kaninchens" 1869 veröffentlichte, sagt derselbe wörtlich Folgendes: „An Eiern von 2—3 Mm. Durchmesser sah ich an der Innenfläche der hellen Keimblase einen dunkeln Fleck, oder den eigentlichen Zellenhaufen, und in weitem Umfang um denselben einen hellen Hof, welcher von einer dünnen Zellenanhäufung herrührt (vegetatives Blatt der Keimblase der Autoren). Von dem kreisförmigen Rande dieser zarten Schichte wächst alsdann ein Ring gegen das Innere der Keimblase vor und schliesst sich bald zu einer continuirlichen Haut, welche sich an jene Zellenschichte, aus deren Umschlage sie hervorging, anlegt." [1]) Offenbar ist dies ganz derselbe Vorgang, den ich oben vom discoblastischen Teleostier-Ei (Taf. XXI, XXII) näher geschildert habe. Der Unterschied ist nur der, dass statt des soliden grossen Nahrungsdotters hier die mit Flüssigkeit gefüllte Keimblase der Säugethiere sich findet. Diese sogenannte Keimblase ist aber nicht homolog der wahren primären Archiblastula, sondern vielmehr als eine secundäre Amphiblastula aufzufassen, vielleicht sogar richtiger als eine Discoblastula, bei welcher der hügelförmig innen vorspringende „Rest von dunkeln Furchungskugeln" die Grundlage des Fruchthofs, den wahren Blastodiscus darstellt. Wie Goette in seiner Keimesgeschichte der Unke wohl richtig bemerkt (S. 144) „muss man sich dazu die Dotterzellenmasse des holoblastischen Eies nachträglich aufgelöst und verflüssigt denken", und man muss ferner annehmen (S. 866 Anm.), „dass die während der Auflösung des Nahrungsdotters secundär entstehende einschichtige Keimblase in keiner unmittelbaren Beziehung zur Gastrula steht, sondern eine von dem eigentlichen Eie sich ablösende zellige Eihülle darstellt,

1) Alexander Goette, Centralblatt für die medic. Wissensch. Berlin 1869. No. 55.

welche auch thatsächlich in der Bildung des Chorion aufzugehen scheint". Die Abbildung, welche Bischoff (l. c. Tab. II, Fig. 19—24) von der Blastula und Gastrula des Hunde-Eies giebt, scheint diese Auffassung lediglich zu bestätigen. Offenbar entsteht auch hier die eigenthümliche Amphigastrula durch Invagination, aus der Amphiblastula; und höchst wahrscheinsch gilt dies für den Menschen ebenso wie für alle übrigen Placentalthiere. Ich fasse demnach die inaequale Eifurchung der Placentalien (die ich in der Anthropogenie als „pseudototale" bezeichnet habe) als eine besondere Modification auf, welche durch Verflüssigung und Rückbildung des Nahrungsdotters phylogenetisch aus der discoidalen Furchung der Monotremen und überhaupt der älteren Vorfahren der Säugethiere (insbesondere der Protamnien) entstanden ist. Demgemäss ist auch die Amphigastrula der Placentalien aus der Discogastrula der Monotremen (resp. der Promammalien) phylogenetisch hervorgegangen.

Die grösste Rolle spielt im Stamme der Wirbelthiere die discoidale Furchung und die daraus hervorgehende Discogastrula (Taf. XXI, XXII). Die grosse Mehrzahl aller jetzt lebenden Vertebraten scheint diesem Furchungsprocesse unterworfen zu sein, nämlich: alle echten Fische mit Ausnahme der Ganoiden (also sämmtliche Selachier und Teleostier), wahrscheinlich ein Theil der Amphibien (Salamandra?), und die umfangreichen Klassen der Reptilien und Vögel, vermuthlich auch die Monotremen und ein Theil der Didelphien (?). Bei weitem am häufigsten und genauesten ist der Furchungs-Process hier beim Hühnchen untersucht worden, und dieser Umstand war insofern sehr verhängnissvoll, als gerade dieses Object zu den schwierigsten gehört. Daher ist die grosse Mehrzahl aller Untersuchungen über die Keimblätter des bebrüteten Hühnchens fehl gegangen. Erst in neuester Zeit ist es den sorgfältigen Untersuchungen von Goette[1]) und Rauber[2]) gelungen, auch hier das wahre Sachverhältniss klar zu erkennen und auf die Gastrulabildung durch Einstülpung zurückzuführen; sowie die wesentliche Uebereinstimmung nachzuweisen, die in der Gastrulabildung der Vögel und der Fische besteht. Uebrigens hat schon vor 22 Jahren der Strassburger Embryologe Lere-

1) Alexander Goette, Die Bildung der Keimblätter und des Blutes im Hühner-Ei. Arch. für mikr. Anat. 1874. Bd. X, S. 145.

2) A. Rauber, Ueber die embryonale Anlage des Hühnchens. II. Die Gastrula des Hühnerkeims. Berlin. Medicin. Centralblatt 1874 No. 50. 1875 No. 4, 17.

BOULLET die Gastrulabildung bei den meroblastischen Fisch-Eiern richtig erkannt und hat die Discogastrula der Knochenfische (z. B. vom Hecht) ganz klar beschrieben und abgebildet (Taf. XXI, Fig. 50) [1]).

Wenn man von diesem, nunmehr endgültig gewonnenen festen Boden aus die zahlreichen und sehr divergirenden, oft sich direct widersprechenden Angaben der Autoren über die Eifurchung der discoblastischen Wirbelthiere vergleicht, so gewinnt man die Ueberzeugung, dass auch hier wieder unter der Fülle mannichfaltiger Erscheinungen überall ein und derselbe discoidale Keimungs-Process, die Bildung der Discogastrula, verborgen ist. Theils die Schwierigkeit des Objectes, theils die mangelhaften Untersuchungs-Methoden der Beobachter, theils und vor Allem aber der Mangel der leitenden phylogenetischen Gesichtspunkte, welche durch die Gastraea-Theorie gegeben sind, verschulden hier die Masse der Irrthümer, mit denen die bezügliche umfangreiche Literatur angefüllt ist. Die Schwierigkeiten, alle die verschiedenen Vorgänge, die hier bei den verschiedenen discoblastischen Wirbelthier-Eiern vorkommen sollen, auf die fundamentale Entstehung der Discogastrula durch Invagination der Discoblastula (Taf. XXI, XXII) zurückzuführen, sind vom Standpunkte der Gastraea-Theorie aus nicht grösser, als die leicht lösbaren Schwierigkeiten, welche sich der Zurückführung aller verschiedenen Formen der amphiblastischen Keimung auf die ursprüngliche Urform der archiblastischen Keimung entgegenstellen. Dabei ist noch besonders zu berücksichtigen, dass die verschiedenen Modificationen der Discogastrula-

---

1) LEREBOULLET, Recherches d'Embryologie comparée sur le developpement du Brochet, de la Perche et de l'Ecrevisse. Mém. de l'Acad. des sc. (sav. étrang.). Paris 1853. Tom. XVII. Brochet, Pl. I, Fig. 17—27. Die Entstehung der Discoblastula des Hechtes durch Einstülpung ist hier ganz deutlich mit folgenden Worten beschrieben (p. 488): „Vers la fin du premier jour le germe embryonnaire a pris la forme d'une vésicule plus ou moins aplatie, reposant sur le vitellus („*Discoblastula*" !). Pendant la prémiere moitié du second jour la vesicule blastodermique s'aplatit de plus en plus; ses deux parois opposées se touchent, et elle se moule comme une séreuse autour de la portion de l'oeuf, qu'elle recouvre, comme le ferait un verre de montre. Cette nouvelle calotte est d'abord plus epaisse à son centre; mais, quand elle commence à s'étendre, en s'aplatissant de plus en plus, c'est le contraire qui a lieu: sa partie centrale s'amincit, tandis que son rebord circulaire devient plus épais et forme un véritable bourrelet autour de l'oeuf. On peut encore, à cette époque, reconnaître et séparer les deux feuillets qui composent la calotte blastodermique („*Discogastrula*" !).

bildung bei den verschiedenen discoblastischen Wirbelthieren eine zusammenhängende Stufenleiter darstellen, welche sich unten unmittelbar an die Amphigastrula der amphiblastischen Vertebraten anschliesst, während sie oben (bei unverhältnissmässig grossem Nahrungsdotter) eine ganz davon verschiedene eigenthümliche Keimungsform zu bilden scheint. Während dort noch der Nahrungsdotter am Furchungsprocesse mehr oder minder Antheil nimmt, ist er hier zuletzt ganz davon ausgeschlossen.

Bei den Selachiern entsteht offenbar die Discogastrula durch Invagination der Discoblastula (Taf. XX, Fig. 49): wir können dies aus Balfour's wichtigen Mittheilungen über die Ontogenie der Haifische schliessen, obwohl dieser Autor eine eigentliche „Involution" hier nicht zugiebt [1]). Ebenso lassen sich die sehr mannichfaltigen und widersprechenden Angaben über die Keimung der Teleostier bei sorgfältiger kritischer Vergleichung sämmtlich auf die discoidale Furchung zurückführen, wie ich sie oben vom Gadoiden-Ei beschrieben habe (Taf. XXI, XXII). Unter allen Autoren hat Goette hier den Keimungs-Process am richtigsten (vom Forellen-Ei) beschrieben. „Nach beendigter Furchung bilden die Zellen des Keimes eine linsenförmige Scheibe, welche in einer entsprechenden Vertiefung des Dotters ruht („Discomorula", vergl. auf Taf. XXI meine Fig. 59, 60, 73). Darauf verdünnt sich die Mitte des Keimes und löst sich vom Dotter, so dass zwischen beiden die Keimhöhle entsteht („Discoblastula", Fig. 61, 62, 74). Dann schlägt sich der Rand des Keimes auf einer Seite nach unten um und breitet sich an der unteren Fläche des Keimes aus. Dasselbe geschieht später an der übrigen Peripherie. So besteht der Keim aus zwei Schichten, welche im verdickten Rande zusammenhängen („Discogastrula", Fig. 63—66, 75, 76). Wo jener Umschlag begann, bildet sich die Embryonal-Anlage, indem die tiefere Schicht sich in zwei Blätter sondert, so dass dort im Ganzen drei Blätter über einander liegen" [2]). Durch diese vollkommen naturgetreue Darstellung Goette's, die mit meinen eigenen Beobachtungen über verschiedene Teleostier-Eier völlig übereinstimmt, sind alle die übrigen abweichenden Angaben anderer Autoren über die Keimung der Knochenfische erledigt, so insbesondere diejenigen von Carl

1) Balfour, Development of the Elasmobranch Fishes. Quart. Journ. of Mikr. Sc. 1874. No. LVI.

2) Alexander Goette, Der Keim des Forellen-Eies. Berlin. medicin. Centralbl. 1869, No. 26. Ausführliche Darstellung im Arch. f. mikr. Anat. 1873, Bd. IX, S. 688. Taf. XXVII.

VOGT [1]), KUPFFER [2]), VAN BAMBECKE [3]), RIENECK [4]), OELLACHER [5]), STRICKER [6]) u. s. w. Unter diesen Mittheilungen sind diejenigen KUPFFER's von besonderem Interesse und stimmen auch in vielen Beziehungen mit unseren eigenen Beobachtungen überein; die Discogastrula von Gasterosteus ist daselbst abgebildet auf Taf. XVI, Fig. 1—3; von Gobius auf Taf. XVII, Fig. 16—20. Die discoidale Furchung und die Discogastrula-Bildung der Reptilien ist bisher noch nicht genauer untersucht; indessen kann es a priori nicht zweifelhaft sein, dass dieselbe im Wesentlichen völlig mit der Keimung der nahverwandten Vögel übereinstimmen wird. Ueber diese haben uns, wie schon angeführt, erst die neuesten Untersuchungen von GOETTE [7]) und RAUBER [8]) (l. c.) einen völlig befriedigenden Aufschluss gegeben, indem sie auch hier, ganz wie bei den Teleostiern, die Entstehung der Discogastrula durch Invagination der Discoblastula nachgewiesen haben (Fig. 54). Dadurch sind auch hier alle die zahlreichen entgegenstehenden Angaben anderer Beobachter in einem, der Gastraea-Theorie vollkommen entsprechenden Sinne erledigt, so insbesondere diejenigen von REMAK [9]),

---

1) CHARLES VOGT, Embryologie des Salmones. Neuchâtel 1842.

2) KUPFFER, Beobachtungen über die Entwickelung der Knochenfische. Arch. f. mikr. Anat. Bd. IV, 1868. S. 209, Taf. XVI—XVIII.

3) VAN BAMBECKE, Embryogénie des poissons etc. Compt. rend. Tom. 74. No. 16.

4) RIENECK, Ueber die Schichtung des Forellen-Keims. Arch. f. mikr. Anat. 1869. Bd. V, S. 356. Taf. XXI.

5) OELLACHER, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Knochenfische. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1873. Bd. XXII, S. 371. Bd. XXIII, S. 1.

6) SALOMON STRICKER, Handbuch der Gewebelehre. 1872. S. 1211.

7) GOETTE, Die Bildung der Keimblätter im Hühner-Ei. 1874 (l. c. S. 162): „Ein Theil der aus der Dotter-Theilung hervorgehenden Zellen sondert sich zu einer primären Keimschicht ab („Discomorula"), welche bei ihrer Ausbreitung sich verdünnt, dabei einen dickeren Rand erhält („Discoblastula") und darauf von diesem durch eine Art von Umschlag nach unten und innen („Invagination") die secundäre Keimschicht erzeugt („Discogastrula").

8) RAUBER, Die Gastrula des Hühnerkeims (l. c.) betont zum ersten Male gehörig die Bildung der wahren Discoblastula der Vögel, als einer wirklichen „Keimblase", deren untere Hälfte der oberen sich nähert und anschmiegt (l. c.). HIS, der anfangs diese richtige Auffassung RAUBER's auf das heftigste bekämpfte, suchte später, nachdem er sich von ihrer Richtigkeit überzeugt hatte, sie ersterem zu entziehen und als sein Eigenthum auszugeben! Vergl. die beiderseitigen Erklärungen im Berlin. medic. Centralblatt 1875.

9) REMAK, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. 1850.

His[1]), Peremeschko[2]), Oellacher[3]), Schenk[4]), Kölliker[5]) und vielen anderen Autoren. Unter sich in vielfachem und unvereinbarem Widerspruche, konnten diese letzteren auch mit der Gastraea-Theorie nicht zusammenstimmen.

Die gleiche discoidale Furchung und Discogastrula-Bildung wie die Fische, Reptilien und Vögel werden voraussichtlich auch die Monotremen unter den Säugethieren besitzen und vielleicht auch ein Theil der Didelphien. Aus dieser Keimungsform wird diejenige der Placentalien durch Verflüssigung und Rückbildung des Nahrungsdotters hervorgegangen sein. Dass auch die inaequale Furchung und die Amphigastrula-Bildung der Placentalien (mit Inbegriff des Menschen) demgemäss ursprünglich auf Invagination einer Blastula (oder Blastosphaera) zurückzuführen ist, wurde bereits vorher (S. 474) gezeigt und soll hier schliesslich nochmals ausdrücklich hervorgehoben werden.

Während so bei den Vertebraten die discoidale Furchung und die Discogastrula die grösste Bedeutung besitzt, fehlt die superficiale Furchung und die Perigastrula in diesem Stamme ganz; ein sehr charakteristischer Gegensatz zu den Arthropoden, bei denen umgekehrt diese letzte Form der Eifurchung und Gastrulation die grösste Rolle spielt. In allen Fällen aber lassen sich diese cenogenetischen Formen der Gastrulation direct oder indirect (durch Vermittelung der inaequalen Furchung und Amphigastrula-Bildung) auf die ursprüngliche, palingenetische Form der primordialen Furchung und der Archigastrula-Bildung zurückführen.

12. Die phylogenetische Bedeutung der fünf ersten ontogenetischen Entwickelungsstufen.

I. Das Moner und die Monerula.

Wenn die Descendenz-Theorie wahr ist, wenn die tausendfältigen Formen der Organismen nicht durch übernatürliche Schöpfung, sondern durch natürliche Entwickelung aus gemeinsamen

1) His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. 1868.

2) Peremeschko, Ueber die Bildung der Keimblätter im Hühner-Ei. Wien. Akadem. Sitzungsber. 1868.

3) Oellacher, Untersuchungen über die Furchung und Blätterbildung im Hühner-Ei. Wien 1870.

4) Schenk, Vergleichende Embryologie der Wirbelthiere. Wien 1874.

5) Kölliker, Zur Entwickelung der Keimblätter im Hühner-Ei. Würzburger Verhandl. 1874. Neue Folge Bd. VIII.

einfachen Stammformen entstanden sind, so existirt auch jener innige Causal-Nexus zwischen Ontogenie und Phylogenie, welcher in unserem biogenetischen Grundgesetze seinen präcisen Ausdruck findet. Jede Keimform ist dann ursächlich auf eine frühere Stammform zu beziehen; und zwar ist die erstere eine mehr oder minder treue Wiederholung der letzteren, wenn die Keimesgeschichte vorwiegend palingenetisch ist; hingegen wird die Zurückführung der Keimform auf die entsprechende Stammform mehr oder minder schwierig sein, wenn der ontogenetische Process vorwiegend cenogenetisch verläuft. In allen Fällen aber wird es möglich sein, bei richtiger kritischer Beurtheilung der palingenetischen und cenogenetischen Verhältnisse, die verschiedenen Keimformen der verwandten Organismen auf ursprüngliche gemeinsame Stammformen zurückzuführen.

Von diesem phylogenetischen Gesichtspunkte aus betrachtet gewinnt die Untersuchung der ontogenetischen Thatsachen, welche uns die Eifurchung und die Gastrulation der Thiere darbietet, ein ausserordentliches Interesse. Denn sie führt uns zur Erkenntniss der ältesten und ursprünglichsten Entwickelungs-Verhältnisse des Thierreichs in jener altersgrauen laurentischen Urzeit hinab, über deren primordiale Fauna uns keine Versteinerungen Aufschluss geben können. Sie gewährt uns die Möglichkeit, den zusammenhängenden und ununterbrochenen Entwickelungsgang aller Thierformen bis zum ältesten, durch Urzeugung entstandenen Moner hinab zu verfolgen. Sie eröffnet uns zugleich die Möglichkeit, die Formverwandtschaft der Thiere nicht bloss innerhalb der „Typen" oder „Phylen" annähernd festzustellen, sondern auch darüber hinaus den gemeinsamen ursprünglichen Zusammenhang der verschiedenen Typen an ihrer Wurzel zu erkennen und so durch die Gastrula ein natürliches monophyletisches System des Thierreichs vorzubereiten. Gerade darin liegt ja, wie ich schon früher (im 5. und 6. Abschnitte) gezeigt habe, die hohe allgemeine Bedeutung der Gastraea-Theorie.

Die Reihe von zusammenhängenden monistischen Vorstellungen, welche hierbei für meine monophyletische Auffassung des Thierreichs maassgebend sind, habe ich bereits in früheren Schriften so ausführlich erläutert, dass es unnöthig ist, dieselben hier nochmals zu wiederholen. Ich verweise in dieser Beziehung namentlich auf den zweiten Band der „Generellen Morphologie" (1866) und auf den ersten Band der „Monographie der Kalkschwämme" (1872). Dagegen scheint es mir angemessen, hier noch einmal kurz auf

eine zusammenhängende Uebersicht der fünf ersten ontogenetischen Entwickelungsstufen der Metazoen und auf deren phylogenetische Bedeutung zurückzukommen. Zwar habe ich auch diese bereits im vierten und siebenten Capitel der „Kalkschwämme“ (S. 342—347 und S. 464—473) eingehend besprochen. Aber es fehlten mir damals bei Begründung der Gastraea-Theorie nach mancherlei wichtige Thatsachen, die erst durch die Forschungen der letzten Jahre an das Licht gefördert worden sind; und es blieben damals verschiedene Lücken und dunkle Stellen übrig, die ich erst jetzt befriedigend auszufüllen und aufzuhellen im Stande bin. Doch werde ich mich bei dieser Ausführung kurz fassen, um so mehr, als bereits meine 1874 erschienene „Anthropogenie“ das Wichtigste enthält (vergl. namentlich den VI. und XVI. Vortrag). Die V. synoptische Tabelle (S. 406), auf welcher „die fünf ersten Keimungsstufen der Metazoen mit ihren fünf ältesten Ahnenstufen verglichen“ sind, ist eine verbesserte Wiederholung der entsprechenden Tabelle, welche ich schon seit Jahren in der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ (S. 444) gegeben habe und welche auch in der „Anthropogenie“ (S. 396) verwerthet worden ist. Um die fünf primordialen Entwickelungsstufen des Thier-Körpers, welche hier in natürlicher Reihe auf einander folgen, als gemeinsames Erbgut sämmtlicher Metazoen, von den Spongien und Korallen bis zu den Affen und Menschen hinauf anzuerkennen, ist es nothwendig, zunächst nur die ursprüngliche palingenetische Form derselben in's Auge zu fassen, wie sie uns die archiblastischen Thiere darbieten (Erste Spalte, a, in der VI. Tabelle, S. 407). Das Verständniss der entsprechenden Stufen bei den amphiblastischen, discoblastischen und periblastischen Thieren (zweite, dritte und vierte Spalte in der VI. Tabelle, b, c, d) ergiebt sich erst, wenn man diese sämmtlich als cenogenetische betrachtet und sie als secundäre Modificationen auf die erstere, palingenetische Form zurückführt.

Die erste Stufe der Metazoen-Keimung, die Monerula, ist vor Allem desshalb von hohem Interesse, weil sie nach dem biogenetischen Grundgesetze als die ontogenetische Wiederholung der primordialen Urform aller Organismen, des Moneres zu deuten ist (Vergl. Kalkschwämme, Bd. I, S. 330, 342; Anthropogenie, S. 143, 384). Jede natürliche Entwickelungs-Theorie, welche kein Wunder, keinen übernatürlichen Eingriff zweckthätiger Schöpferkräfte in den natürlichen und nothwendigen Entwickelungsgang der Körperwelt zulässt, ist gezwungen, die erste Entstehung lebender Organismen auf unserem Erdball durch die unentbehrliche Hypo-

these der Urzeugung zu erklären. Vernunftgemäss ist aber nur diejenige specielle Form dieser Hypothese zulässig, welche ich als „Autogonie der Moneren" im VI. Capitel der „Generellen Morphologie" (S. 167—190) und in den „Studien über Moneren" (1870) eingehend erörtert habe. In letzterer Arbeit ist insbesondere der Abschnitt über „Bathybius und das freie Protoplasma der Meerestiefen" (S. 86—106), sowie über „Die Moneren und die Urzeugung" (S. 177—182) zu vergleichen.

Wenn nun demgemäss die Moneren, als die denkbar einfachsten unter allen Organismen, diejenigen Urformen des Lebens sind, auf die wir den ältesten Ursprung aller übrigen Organismen phylogenetisch zurückzuführen gezwungen sind, so ist es offenbar eine ontogenetische Thatsache vom allerhöchsten Interesse, dass auch die meisten, wenn nicht alle, höheren Organismen ihre individuelle Existenz in einer Form beginnen, welche denselben morphologischen Werth besitzt, wie das Moner, in der Form der Cytode. Die allermeisten unter den neueren und genaueren Untersuchungen über die Ontogenie der Metazoen stimmen darin überein, dass die thierische Eizelle entweder vor oder nach der Befruchtung ihren Kern (das „Keimbläschen") verliert und somit von der höheren Plastiden-Form der kernhaltigen Zelle auf die niedere Plastiden-Form der kernlosen Cytode zurücksinkt. Wenn diese höchst merkwürdige und bedeutungsvolle Thatsache richtig ist, so kann sie nach dem biogenetischen Grundgesetze nur als „Rückschlag der einzelligen Urform in die primordiale Stammform des Moneres" gedeutet werden, wie ich bereits bei verschiededenen Gelegenheiten, insbesondere in der Ontogenie der Kalkschwämme (Bd. I, S. 330) hervorgehoben habe.

Allerdings ist ausdrücklich zu bemerken, dass jene merkwürdige Thatsache, auf die wir diesen Schluss gründen, keineswegs unbestritten dasteht. Bekanntlich haben verschiedene Beobachter — und darunter Zoologen ersten Ranges: Baer, Johannes Müller, Gegenbaur, Leydig — behauptet, dass das Keimbläschen nicht verschwinde, sondern persistire und der directe Stammvater aller „Furchungszellen" sei, die durch wiederholte Theilung aus demselben hervorgehen. Ich selbst habe mich in meiner „Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren" (Utrecht, 1869) auf Grund eigener Beobachtungen dieser Ansicht angeschlossen, „welche für die theoretisch wichtige Frage von der Continuität der Zellengenerationen von hoher Bedeutung ist" (l. c. p. 18). Diesen „positiven" Beobachtungen gegenüber stellt nun allerdings die grosse

Ausdrucke wir ein für alle Mal kurz die sogenannte „erste Furchungskugel“ oder richtiger „die erste Furchungszelle“ bezeichnen. Die grosse Mehrzahl aller besseren Beobachter stimmt gegenwärtig in der Annahme überein, dass eine solche „erste Furchungskugel“ existirt, gleichviel ob diese Cytula als eine neue, aus der Monerula durch Neubildung eines Kernes entstandene Stammzelle, oder als die modificirte und durch die Befruchtung veränderte Eizelle mit persistentem Keimbläschen zu betrachten ist. Alle Zellen, welche die Keimblätter und den daraus entstehenden Organismus der Metazoen aufbauen, sind Descendenten jener Stammzelle und durch wiederholte Spaltung, entweder Theilung oder Knospung aus der Cytula entstanden. Wenn die Begriffe der „Theilung und Knospung“ so gefasst werden, wie es in der Generellen Morphologie geschehen ist (Bd. II, S. 37—49), so müssen wir die beiden Formen der primordialen und superficialen Furchung als wahre Theilung der Eizelle, hingegen die beiden Formen der inaequalen und discoidalen Furchung als Knospung derselben auffassen (Anthropogenie, S. 153, 166).

Zweifellos durchläuft also jeder vielzellige Organismus im Beginne seiner individuellen Entwickelung eine einzellige Formstufe, und ebenso zweifellos ist die entsprechende phylogenetische Annahme berechtigt, dass auch alle vielzelligen Organismen von einzelligen ursprünglich abstammen müssen. Jede einzellige Keimform ist die palingenetische Wiederholung einer entsprechenden einzelligen Stammform. Dieser wichtige Satz ist für jeden consequenten Anhänger der Descendenz-Theorie so selbstverständlich klar und nothwendig, dass wir hier wohl auf eine weitere Begründung desselben verzichten können. Dagegen haben wir kurz die weitere Frage zu erörtern, ob wir aus der Existenz der Cytula bei sämmtlichen Metazoen nach dem biogenetischen Grundgesetze auf eine einzige gemeinsame einzellige Stammform derselben schliessen dürfen und ob wir die Beschaffenheit dieser letzteren annähernd zu bestimmen im Stande sind.

Einen gemeinsamen Ursprung sämmtlicher Metazoen aus einer einzigen einzelligen Stammform sind wir desshalb anzunehmen berechtigt, weil unter allen hier möglichen Hypothesen diese Annahme die einfachste ist. In dem grossen Hypothesen-Gebäude der Phylogenie muss uns ganz ebenso wie in dem ähnlichen Hypothesen-Gebäude der Geologie der Grundsatz leiten, dass die einfachste Hypothese die beste ist. So lange keine bestimmten Thatsachen vorliegen, welche eine ver-

wickeltere oder zusammengesetztere Hypothese wahrscheinlicher machen, ist die einfachste stets vorzuziehen. Und wie oft schon hat uns die Natur, die stets den einfachsten Gang geht, gelehrt, dass unter vielen aufgestellten Hypothesen die einfachste der Wahrheit am nächsten kam. Ich erinnere nur wiederholt an die allgemein anerkannte Wissenschaft der Geologie, die bei ihrem grossartigen und verwickelten Hypothesenbau ganz ebenso zu Werke geht, ganz nach denselben logischen Methoden der Induction und Deduction verfährt, wie ihre jüngere Schwester, die noch so vielfach verkannte und angefeindete Phylogenie. Es kann nicht genug betont werden, dass diese beiden Schwestern ganz denselben Weg gehen und ganz denselben philosophischen und naturwissenschaftlichen Werth haben. Nur ist die Aufgabe der jüngeren Phylogenie ungleich schwieriger und verwickelter, als diejenige der älteren Geologie. „Sie ist in demselben Maasse schwieriger und verwickelter, in welchem sich die Organisation des Menschen über die Structur der Gebirgsmassen erhebt.“ (Anthropogenie, S. 297).

Um nun demgemäss die gemeinsame Abstammung sämmtlicher Metazoen von einer einzigen einzelligen Stammform mit Sicherheit zu behaupten, wäre nur noch nachzuweisen, dass die beträchtliche und mannichfache Verschiedenheit der Cytula bei den verschiedenen Metazoen kein Argument gegen jene monophyletische Hypothese bildet. Dieser Nachweis ist aber unseres Erachtens bereits dadurch geliefert, dass wir unter den vier verschiedenen, in der VI. Tabelle (S. 407) aufgeführten Hauptformen der Cytula nur diejenige der archiblastischen Eier, die Archicytula, als die ursprüngliche, palingenetische, einzellige Keimform nachgewiesen haben. Die drei übrigen Cytula-Formen sind aus dieser primordialen Urform erst cenogenetisch entstanden, durch den Erwerb des Nahrungsdotters. Bei der Amphicytula und bei der Discocytula hat sich der Nahrungsdotter an einem Pole (dem vegetativen Pole), bei der Pericytula hingegen im Centrum der Keimzelle angesammelt und von dem Protoplasma derselben gesondert. Diese Sonderung ist bei der Amphicytula noch unvollständig geblieben, hingegen bei der Discocytula und Pericytula vollständig geworden, so dass bei diesen beiden letzteren (meroblastischen) Keimzellen der Nahrungsdotter theilweise oder ganz vom Furchungsprocess ausgeschlossen wird.

Da die cenogenetische Scheidung des Nahrungsdotters vom Bildungsdotter bei den meroblastischen Eiern durch eine immer

stärker sich geltend machende Heterochronie immer weiter in die früheste Zeit der Eibildung zurückverlegt wird, so ist dieselbe gewöhnlich schon innerhalb des Eierstockes an den jungen Eiern desselben frühzeitig wahrzunehmen. Um das richtige Verständniss dieses schwierigen Verhältnisses zu erlangen, (welches den meisten damit beschäftigten Autoren wegen des Mangels phylogenetischer Gesichtspunkte ganz abgeht), ist es durchaus erforderlich, das primäre Ur-Ei (*Protovum*) von dem secundären Nach-Ei (*Metovum*) scharf zu unterscheiden (Anthropogenie, S. 152). Nur das amoeboide Ur-Ei, welches noch keinen Nahrungsdotter besitzt, die ganz junge und indifferente Eizelle, erscheint bei sämmtlichen Metazoen im Wesentlichen gleich. Diese Gleichheit wird später durch das ansehnliche Deutoplasma verdeckt, welches zum Protoplasma der Eizelle hinzutritt. Aber auch dann noch ist die Homologie sämmtlicher Nach-Eier festzuhalten, weil sie ursprünglich überall im Entoderm entstehen, und weil offenbar die amphiblastischen sowohl als die discoblastischen und periblastischen Eier erst secundär aus den archiblastischen Eiern durch den cenogenetischen Erwerb des Nahrungsdotters entstanden sind. Wollte man gegen diese Homologie der Eier bei sämmtlichen Metazoen geltend machen, dass dieselben nicht überall aus demselben Keimblatte ihren ersten Ursprung nehmen, so ist zu erwidern, dass dieser verschiedene Ursprung (— wenn überhaupt richtig —) sich durch Heterotopie, durch frühzeitige Wanderung der Eizellen aus einem Keimblatt in das andere erklären lässt, wie ich sie z. B. bei den Kalkschwämmen thatsächlich beobachtet habe (Bd. I, S. 157—160).

Wie die palingenetische Archicytula als die gemeinsame Urform aller einzelligen Keimstufen, so ist auch in gleicher Weise die Archimonerula als die palingenetische Urform aller Cytoden-Keimstufen zu betrachten, aus welcher sowohl die Amphimonerula als die Discomonerula und die Perimonerula durch die cenogenetische Bildung des Nahrungsdotters erst secundär hervorgegangen sind. Durch die Neubildung eines Zellen-Kernes verwandeln sich diese vier Hautformen der Monerula in die entsprechenden vier Hauptformen der Cytula.

Wie wir im Stande sind, demgemäss sämmtliche Cytula-Formen aller Metazoen auf die palingenetische Urform der Archicytula zurückzuführen, so können wir auch durch die einfachste Hypothese die Frage beantworten, von welcher Beschaffenheit die gemeinsame einzellige Stammform der Metazoen gewesen sein mag, welche durch die einzellige Keimform der Archicytula

noch heute wiederholt wird. Offenbar wird jene einzellige Stammform ursprünglich einen möglichst einfachen und indifferenten Charakter besessen haben, da alle differenzirten Formen von einzelligen Organismen wieder aus einer ganz indifferenten Stammform abgeleitet werden müssen. Nun sind aber unzweifelhaft die einfachsten und indifferentesten unter allen selbständigen einzelligen Organismen, welche wir kennen, die Amoeben. Die nackten „amoeboiden Zellen", welche weder irgend eine Hülle, noch differenzirte „Plasma-Producte" in ihren ganz einfachen Zellenleibe besitzen, sind die indifferentesten und primitivsten von allen Zellen-Arten. Demgemäss dürfen wir denn auch phylogenetisch die Amoebe als die gemeinsame, der ontogenetischen Cytula entsprechende, einzellige Stammform sämmtlicher Metazoen betrachten, wie ich bereits in der Anthropogenie ausführlich gezeigt habe (S. 93—114 und 383, 396).

III. Das Synamoebium und die Morula.

Die dritte Formstufe in der Keimesgeschichte der Metazoen bildet die Morula oder die Maulbeerform des Keims, das nächste Resultat der Eifurchung. Mit der Ausbildung dieser Keimform beginnt der Metazoen-Organismus sich zu einem Individuum zweiter Ordnung, einem vielzelligen „Idorgan" zu erheben, während die beiden ersten Formstufen, Cytode und Zelle, als isolirte „Individuen erster Ordnung" unter den Begriff der „Plastide oder des Elementar-Organismus" fielen. Welcher wichtige Fortschritt für die Individualitätslehre, für die tectologische Auffassung des thierischen Organismus damit gegeben ist, habe ich in der Tectologie der Kalkschwämme erläutert (Bd. I, S. 89—124). Zugleich habe ich daselbst die im dritten Buche der Generellen Morphologie (Bd. I, S. 239—374) aufgestellten Kategorien des organischen Individuums einer näheren Bestimmung und einfacheren Begrenzung unterzogen, so dass alle verschiedenen Erscheinungsformen der thierischen Individualität sich folgenden vier Hauptstufen unterordnen lassen: I. Plastide. II. Idorgan. III. Person und IV. Stock.

Die morphologische Bedeutung, welche demnach die Morula, als das nächste Product der Eifurchung, für das Metazoen-Individuum besitzt, muss gleicherweise auch die entsprechende phylogenetische Stammform beanspruchen, die wir als Synamoebium bezeichnet haben. Auch die Annahme dieser Stammform bedarf kaum einer näheren Begründung, da sie bei einigem Nachdenken

sich als nothwendige Entwickelungsstufe von selbst ergiebt. Denn die ersten vielzelligen Organismen, welche in früher laurentischer Urzeit auf unserem Erdballe auftraten, werden einfache Colonien von gleichartigen indifferenten Zellen gewesen sein und eine solche einfachste Gemeinde von amoeboiden Zellen ist auch unser hypothetisches *Synamoebium.* Wenn anfänglich nur autogone Moneren entstanden und später sich aus diesen die ersten Zellen, einzeln lebende Amoeben entwickelten, wird der nächste weitere Fortschritt des organischen Lebens darin bestanden haben, dass die Nachkommenschaft dieser Einsiedler-Zellen sich zu kleinen Gemeinden versammelte und die erste „Zellen-Colonie", den ersten vielzelligen Organismus bildete. Anfangs werden alle Mitglieder dieser ältesten Zellengemeinden noch von gleicher Beschaffenheit gewesen sein, wie uns ja auch noch heute die Labyrinthuleen, viele Diatomeen, die socialen Myxodictyen und Microgromien, viele Desmidiaceen u. s. w. gleiche einfache Zellengeschaften vor Augen führen, deren Mitglieder noch keine Differenzen zeigen. Das Synamoebium, als eine ganz indifferente Gemeinde von gesellig lebenden, ganz gleichartigen Amoeben, dürfte demnach in der Stammesgschichte der Metazoen, als die erste Stufe der vielzelligen Ahnenreihe, wohl keinem Bedenken unterworfen sein.

Die getreue ontogenetische Wiederholung dieser dritten phylogenetischen Formstufe führt uns noch heute die Archimorula der archiblastischen Thiere vor Augen: ebenfalls ein einfacher Haufen von ganz gleichartigen und indifferenten Zellen (Fig. 115). Während diese palingenetische Keimform vollständig dem hypothetischen Synamoebium entspricht, weichen dagegen die drei anderen Hauptformen der Morula, die Amphimorula, Discomorula und Perimorula mehr oder minder von jenem palingenetischen Urbilde des „Maulbeerkeimes" ab. Auch diese Abweichung erklärt sich ganz leicht als eine cenogenetische Wirkung des Nahrungsdotters, der von Anfang an einen mehr oder minder modificirenden Einfluss auf den Furchungs-Process ausübt. Die Differenzen, welche hier schon bei der inaequalen Furchung sich zwischen kleineren, animalen und grösseren vegetativen Zellen geltend machen, und welche bei der discoidalen und superficialen Furchung in einer sehr abweichenden Morula-Bildung zu Tage treten, sind selbstverständlich nicht als palingenetische Wiederholungen entsprechender selbstständiger Stammformen, sondern als cenogenetische Modificationen der Archimorula aufzufassen, durch die Ausbildung des Nahrungsdotters bedingt.

Diese Auffassung ist um so mehr zu betonen, als die mannichfaltigen Morula-Formen der verschiedenen Metazoen allerdings bei blosser ontogenetischer Vergleichung sehr beträchtliche Verschiedenheiten darzubieten scheinen. Diese Differenzen betreffen namentlich die Grundform. Nur die palingenetische Archimorula (Fig. 115) hat die homaxonie Grundform der Kugel meistentheils conservirt, da die Lagerungs-Verhältnisse der völlig gleichen Morula-Zellen hier noch ganz gleichartig sind. Auch die Perimorula hat in vielen Fällen die ursprüngliche Kugelgestalt noch beibehalten, während in vielen anderen Fällen bereits eine Axe ausgebildet und demnach die homaxonie Promorphe in die monaxonie (meist ellipsoide) Grundform übergegangen ist (Fig. 83—86). Die Amphimorula ist ganz allgemein deutlich monaxon, weil der polare Gegensatz zwischen Bildungs- und Nahrungsdotter immer schon während des Furchungs-Processes in der Lagerung der beiderlei Zellen an beiden Polen der Urdarm-Axe sich geltend macht (Fig. 93—97; 104—108). Ebenso ist auch die Discomorula in allen Fällen von Anfang an ausgesprochen einaxig (meist linsenförmig), wie das bei der unipolaren Lagerung des Bildungsdotters nicht anders sein kann (Fig. 55—60 und 73).

Alle diese und die sonst noch vorkommenden Differenzen in der Morulabildung sind selbstverständlich cenogenetischer Natur, und offenbar wieder durch den Nahrungsdotter direct oder indirect bewirkt. Dieser allein bedingt auch bei den periblastischen Eiern das eigenthümliche Verhältniss, dass das dritte und vierte Stadium der Keimung, Perimorula und Periblastula, in Eines zusammenfallen; die Furchungshöhle ist hier von Anfang an mit Nahrungsdotter erfüllt (Fig. 81—86). Wenn die Furchungshöhle sich sehr frühzeitig während der Furchung ausbildet, so ist eine scharfe Grenze zwischen drittem und viertem Stadium überhaupt nicht zu ziehen. So geht namentlich die Discomorula (durch Heterochronie) oft ganz unmerklich in die Discoblastula über (Fig. 45, 46, 51, 52). Alle diese cenogenetischen Modificationen lassen sich auf die palingenetische Archimorula zurückführen und sind durch diese auf das Synamoebium phylogenetisch zu beziehen.

IV. Die Planaea und die Blastula.

Mehr Angriffen und verschiedenen Ansichten als die vorhergehende dritte und als die nachfolgende fünfte Entwickelungsstufe der Metazoen, dürfte die vierte Keimungsstufe derselben begegnen,

die Blastosphaera oder Blastula, deren entsprechende Stammform wir Planaea genannt haben. Auch hier wieder kömmt Alles darauf an, sich nicht durch die mannichfach verschiedenen, secundären, cenogenetischen Formen beirren zu lassen, sondern die ursprüngliche, primäre, palingenetische Form aufzusuchen, und die ersteren auf die letztere zurückzuführen.

Als diese palingenetische Urform der Blastula ist ohne Zweifel die Archiblastula der archiblastischen Eier aufzufassen, wie sie uns bei den niedersten und ursprünglichsten Formen der verschiedensten Klassen vorliegt, z. B. bei Gastrophysema (Fig. 116, 117), Actinia (Fig. 20), Limnaeus (Fig. 29), Amphioxus (Fig. 41). Ueberall, wo die primordiale Eifurchung in ihrer ursprünglichen palingenetischen Form rein abläuft und zur Bildung der Archigastrula führt, da sehen wir auch zunächst aus der Archimorula die Archiblastula hervorgehen, aus der dann weiterhin die Archigastrula durch Invagination entsteht (Fig. 118). Ueberall scheint ursprünglich diese Archiblastula dadurch zu Stande zu kommen, dass die zusammenhängenden, meist dicht an einander liegenden, gleichartigen Zellen der Archimorula Flüssigkeit nach innen ausscheiden, durch welche sie auseinander und an die Peripherie des kugeligen Morula-Körpers gedrängt werden. Hier bilden sie dann schliesslich eine einzige, zusammenhängende, einfache Zellenschicht, die Keimhaut oder das *Blastoderma.* Der mit Flüssigkeit oder Gallerte gefüllte Hohlraum der so gebildeten Hohlkugel ist „die Baer'sche Höhle, Keimhöhle, Furchungshöhle, Segmentationshöhle oder das *Blastocoeloma*“ (*s*).

Eine störende Ausnahme scheinen hier nur diejenigen archiblastischen Eier zu machen, bei welchen die Archigastrula nicht durch Invagination, sondern durch Delamination entstehen soll; so namentlich die Eier mancher Zoophyten, sowohl Spongien, als Hydroiden. Hier soll sich theils eine einfache, echte Archiblastula bilden, die nicht durch Einstülpung, sondern durch Flächenspaltung des Blastoderms und secundären Durchbruch der Mundöffnung an einem Pole der „Keimhöhle“ entsteht, so dass letztere unmittelbar zur „Urdarmhöhle“ würde. Theils sollen sich die Zellen der Archimorula schon während der Ausbildung einer centralen Höhle von Anfang an in zwei verschiedene Zellenschichten ordnen, die zu den beiden primären Keimblättern sich gestalten, so dass also jene centrale Höhle von Anfang an nicht das Blastocoelom, sondern die Protogaster ist. In diesem letzteren Falle liegt offenbar eine cenogenetische Abkürzung der Ontogenie vor, bei

welcher das Blastula-Stadium einfach übersprungen wird und so die Archimorula direct in die Archigastrula übergeht. Aber auch im ersteren Falle dürfen wir wohl eine cenogenetische Modification der ursprünglichen palingenetischen Bildung vermuthen — vorausgesetzt, dass überhaupt die bezüglichen, schwierig anzustellenden Beobachtungen richtig sind. Da ich diese Verhältnisse schon früher wiederholt erläutert habe, ist es nicht nöthig, hier von Neuem darauf einzugehen, und soll nur nochmals ausdrücklich hervorgehoben werden, dass bei einer vergleichenden Uebersicht aller archiblastischen Keimungsverhältnisse sich die Archiblastula mit befriedigender Sicherheit als das ursprüngliche palingenetische Mittelglied zwischen der Archimorula und der Archigastrula herausstellt.

Eine andere Schwierigkeit für die Auffassung der Blastula als gemeinsamer ursprünglicher Entwickelungsform aller Metazoen ergiebt sich aus den sehr abweichenden Formen, welche dieselbe in Folge verschiedener, oft sehr weit gehender, cenogenetischer Abänderungen angenommen hat. Diese Schwierigkeit wird aber durch die vergleichende Zusammenstellung aller der verschiedenen Stufen cenogenetischer Modification gelöst, welche uns in ununterbrochener Kette von der ursprünglichen palingenetischen Archiblastula bis zu den auffallendsten, am weitesten entfernten Modificationen der Blastosphaera-Form hinführen. Da sind wieder besonders instructiv die mannichfaltigen Abstufungen der inaequalen Furchung, welche sich einerseits unten an die primordiale, oben an die discoidale und superficiale Furchung anschliessen. Bei vielen amphiblastischen Eiern ist die Amphiblastula nur dadurch von der palingenetischen Archiblastula verschieden, dass die Zellen des Blastoderms nicht alle von ganz gleicher Beschaffenheit sind. Am einen (animalen) Pole der Amphiblastula finden wir kleinere, meist hellere, am anderen (vegetativen) Pole grössere, meist dunklere Zellen. Der Unterschied in der Grösse und molecularen Zusammensetzung der beiderlei Zellen ist in vielen Fällen nur sehr unbedeutend, kaum bemerkbar; in anderen Fällen tritt er schon auffallender hervor; und endlich begegnen wir bei der Mehrzahl der amphiblastischen Eier einer so starken Differenzirung der animalen und vegetativen Zellen, dass erstere sofort als Bildungszellen, letztere als Nahrungszellen erkennbar sind und sich scharf von einander scheiden (so z. B. bei Unio Fig. 26, 27; bei Petromyzon Fig. 45, 46; bei Bombinator Fig. 51, 52; bei Fabricia Fig. 98; bei Trochus Fig. 109 u. s. w.). Hier ist oft

schon der Hohlraum des Blastocoeloms sehr reducirt durch die sich hineindrängenden mächtigen „Dotterzellen" des Nahrungsdotters; und statt des einschichtigen Blastoderms finden wir oft von Anfang an ein mehrschichtiges. Ein Theil der letzteren Formen bildet bereits den unmittelbaren Uebergang zur Discoblastula der discoblastischen Eier, bei denen meist nur eine enge und kleine Furchungshöhle sich findet. Die gewölbte Decke der letzteren wird von den Zellenschichten des gefurchten „Bildungsdotters", ihr ebener oder vertiefter Boden von dem voluminösen, ganz oder grösstentheils ungefurchten „Nahrungsdotter" gebildet (Fig. 49, 54). Sehr klar liegt dies Verhältniss bei unserem pelagischen Gadoiden-Ei vor (Fig. 61, 62, 74). Dass auch bei dem am stärksten modificirten discoblastischen Vogel-Ei die Furchungshöhle nicht fehle und somit auch der Hühnerkeim vorübergehend eine bedeutungsvolle Blase bilde, hat neuerdings namentlich Rauber hervorgehoben (l. c.). Er bemerkt mit Recht: „damit ist nicht etwa Gleichgültiges behauptet; denn mit dieser Veränderung tritt das Hühnchen in Beziehung zu weit niedriger stehenden Geschöpfen".

Gleicherweise ist nun auch die Periblastula auf die palingenetische Urform der Archiblastula mit Sicherheit zurückzuführen (Fig. 83—86). Denn diese cenogenetische Blastosphaera der periblastischen Eier ist ja eigentlich nur dadurch von der Archiblastula verschieden, dass der Hohlraum der Keimhautblase, das Blastocoelom, nicht mit klarer Flüssigkeit oder Gallertmasse, sondern mit dem massiven Nahrungsdotter erfüllt ist. Da dieser schon vor Beginn der Keimung das Centrum des Eies erfüllt, muss hier nothwendig die Periblastula mit der Perimorula zusammenfallen.

Wenn demnach alle verschiedenen Modificationen der Blastula sich als cenogenetische Abänderungen der ursprünglichen palingenetischen Archiblastula nachweisen lassen, so ist uns auch nach dem biogenetischen Grundgesetze die einfachste Hypothese gestattet, welche diese wichtige ontogenetische Thatsache phylogenetisch deutet und verwerthet. Wir dürfen dann sagen, dass sämmtliche Metazoen von einer gemeinsamen uralten Stammform abstammen, welche im Wesentlichen der Archiblastula gleichgebildet war: diese längst ausgestorbene laurentische Stammform ist die Planaea.

Selbständige entwickelte Organismen, welche dieser hypothetischen Planaea im Wesentlichen gleich gebildet sind, leben zahlreich auch noch in der Gegenwart. Vor allen dürften hier die coloniebildenden Flagellaten, und namentlich die Volvocinen

zum Vergleich herbeizuziehen sein: frei schwimmende Gallertkugeln, deren Peripherie durch eine Schicht von gleichartigen Geisselzellen gebildet wird. Auch die von mir an der Norwegischen Küste beobachtete Magosphaera planula, die wahrscheinlich den Volvocinen, z. B. der Synura nahe verwandt ist, tritt hier als eine der ausgestorbenen Planaea sehr ähnliche Protisten-Form in den Vordergrund [1]). Gleich diesen Catallacten und Volvocinen werden höchstwahrscheinlich auch die ausgestorbenen Planaeaden, die verschiedenen der Planaea nächststehenden Genera und Species, sich mittelst eines Flimmerkleides schwimmend im laurentischen Urmeere umher bewegt haben.

Wenn ich hier die Bezeichnung „*Planaea*" für diese vierte Ahnenstufe der Metazoen beibehalte, und sie nicht durch die passendere Benennung „*Blastaea*" ersetze, so geschieht es, um nicht noch einen neuen Namen gerade für diese Entwickelungsstufe einzuführen, die ohnehin schon verschiedene andere Bezeichnungen früher erhalten hat. Die Bezeichnung *Blastula* für die entsprechende Keimungsstufe hat bereits in mehreren andern Aufsätzen Eingang gefunden und ist der Kürze wegen der früher von mir gebrauchten Benennung *Blastosphaera* vorzuziehen; und ebenso der älteren Bezeichnung: *Vesica blastodermica.* Der an anderen Orten dafür gebrauchte Name *Planula* wird wohl am besten ganz zu eliminiren sein, da er von vielen verschiedenen Autoren in einem ganz abweichenden Sinne verwendet wird. Dalyell, der 1847 den Ausdruck „Plannla" zuerst eingeführt hat, verstand darunter weiter Nichts, als kleine (meist mikroskopische) flimmernde Larven von Zoophyten auf sehr verschiedenen Entwickelungszuständen. Spätere Autoren haben dann darunter bald frei bewegliche und flimmernde Formen von Morula, bald ebensolche Formen von Blastula, bald echte Gastrula-Formen verstanden. Ausserdem sind auch oft verschiedene, weiter entwickelte Jugendformen niederer Thiere als „Planula" bezeichnet worden, die weiter Nichts mit einander gemein haben, als geringe Grösse, einfache Körperform und eine flimmernde Körperbedeckung. Auch der sogenannte „infusorienartige Embryo" vieler anderen Autoren gehört in die Kategorie dieser falschen „Planula". Da demnach augenblicklich gar keine allgemein anerkannte Bestimmung des Planula-Begriffes nach Inhalt und Umfang existirt, und da noch in neuester Zeit

1) E. Haeckel, Die Catallacten, eine neue Protisten-Gruppe. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Vol. VI, 1871, S. 1 Taf. I.

viele Autoren denselben in ganz verschiedenem Sinne gebrauchen, so ist es wohl am besten, ihn ganz fallen zu lassen. Will man ihn trotzdem beibehalten, so kann man ihn vielleicht am zweckmässigsten zur Bezeichnung jener cenogenetischen Keimform verwenden, die ich in der Monographie der Kalkschwämme *Planula* genannt habe (Bd. I, S. 332).

Mit dem weitschauenden Blicke des genialen Naturphilosophen hat schon im Jahre 1828 der grosse Baer die hohe allgemeine Bedeutung der Blastula erkannt. Im ersten Bande seiner classischen „Entwickelungsgeschichte der Thiere" (S. 223; § 4 des V. Scholions) findet sich folgender Satz: „Je weiter wir in der Entwickelung zurückgehen, um desto mehr finden wir auch in sehr verschiedenen Thieren eine Uebereinstimmung. Wir werden hierdurch zu der Frage geführt: ob nicht im Beginne der Entwickelung alle Thiere im Wesentlichen sich gleich sind, und ob nicht für alle eine gemeinschaftliche Urform besteht. Da der Keim das unausgebildete Thier selbst ist, so kann man nicht ohne Grund behaupten, dass die einfache Blasenform die gemeinschaftliche Grundform ist, aus der sich alle Thiere nicht nur der Idee nach, sondern historisch entwickeln." Der Abschnitt, in dem dieser merkwürdige Satz enthalten ist, trägt die Ueberschrift: „Beim ersten Auftreten sind vielleicht alle Thiere gleich und nur hohle Kugeln."

V. Die Gastraea und die Gastrula.

Die fünfte ontogenetische Entwickelungsstufe der Metazoen, die Gastrula, ist zugleich die letzte, welche allen diesen Thieren ursprünglich gemeinsam zukommt. Denn von hier an scheiden sich die Wege der Keimesentwickelung; sie führen von der monaxonien Gastrula einerseits zu den monaxonien Spongien und den stauraxonien Acalephen, anderseits zu den dipleuren oder bilateralen Bilaterien; und zwar zunächst zu den Würmern, aus denen sich die vier typischen Stämme der Mollusken, Echinodermen, Arthropoden und Vertebraten erst später hervorgebildet haben. Da aber in der Keimesgeschichte aller dieser verschiedenen Thiere die Gastrula entweder als reine palingenetische Archigastrula oder als mehr oder weniger modificirte, auf die letztere aber zurückführbare, cenogenetische Gastrula nachzuweisen ist, so dürfen wir nach dem biogenetischen Grundgesetze auf eine gemeinsame Ahnenform aller Metazoen schliessen, welche der Archigastrula im Wesentlichen gleich gebildet war; und das ist die Gastraea.

Da diese phylogenetische Hypothese den Kern unserer ganzen Gastraea-Theorie bildet und da alle die anderen, hier vertretenen allgemeinen Ansichten über Entwickelung der Thiere jene fundamentale Hypothese stützen und durch sie zugleich erklärt werden sollen, so ist es nicht nöthig, an dieser Stelle nochmals die phylogenetische Bedeutung der ontogenetischen Gastrula-Form zu begründen und die Gastraea als wahre Urquelle der Metazoen-Bildung, als wirklichen „Metazoarchus" nachzuweisen. Nur auf einige der wichtigsten Punkte, auf deren richtiges Verständniss es vorzugsweise ankommt, möchte ich hier schliesslich wiederholt hinweisen und damit zugleich die erheblichsten, gegen die Gastraea-Theorie erhobenen Einwendungen widerlegen.

In erster Linie ist es auch hier wieder vor Allem erforderlich, sich nicht durch die mannichfaltigen cenogenetischen Modificationen der Keimform beirren zu lassen, sondern die ursprüngliche palingenetische Keimform scharf und bestimmt in's Auge zu fassen. Diese liegt uns ganz rein und unverfälscht in der einfachen Archigastrula vor, wie sie sich in identischer Form bei den niedersten Angehörigen aller Typen findet: bei Gastrophysema Fig. 119, 120; Olynthus Fig. 17; Actinia Fig. 21; Pelagia Fig. 22; Sagitta Fig. 23; Argiope Fig. 25; Limnaeus Fig. 31; Uraster Fig. 33; Amphioxus Fig. 43, 44. Wenn wir uns vorstellen, dass wir diesen verschiedenen Gastrula-Formen im Meere begegneten, ohne ihre Herkunft zu kennen, so würden wir sie ganz gewiss als unbedeutende Modificationen einer einzigen Entwickelungsform betrachten; und wenn wir sie geschlechtsreif anträfen und also als selbstständige Thierarten zu beurtheilen hätten, so würden wir sie ganz gewiss nur als leichte Varietäten einer einzigen „bona Species" oder höchstens als nahe verwandte Species eines einzigen Genus betrachten. Jeder Anhänger der Entwickelungstheorie würde kein Bedenken tragen, sie als wenig divergirende Descendenten einer einzigen gemeinsamen Stammform zu betrachten. Und doch liegen uns in diesen verschiedenen, so wenig von einander abweichenden Archigastrula-Formen in Wahrheit Repräsentanten sämmtlicher Metazoen-Typen vor: Zoophyten, Würmer, Mollusken, Echinodermen, Arthropoden und Vertebraten. Das ist eine Thatsache von grösster Bedeutung!

In jedem dieser Thierstämme sind es nur noch einzelne uralte Formen der niederen Klassen, welche die palingenetische Archigastrula seit Millionen von Jahren rein bis auf den heutigen Tag bewahrt haben. Bei der grossen Mehrzahl, und namentlich bei

allen höher entwickelten Metazoen ist an deren Stelle eine modificirte cenogenetische Gastrula-Form getreten. Da finden wir zunächst im engsten Anschluss an die erstere die Amphigastrula, deren Urdarmhöhle bald noch leer, bald schon mit Dotterzellen erfüllt ist (Fig. 18, 28, 48, 53, 100, 110). Die Amphigastrula geht ganz allmählich, indem der Nahrungsdotter mächtig anwächst und damit die Theilungsfähigkeit der Dottermasse erlahmt, in die Discogastrula über. Obgleich nun diese in ihrer extremen Ausbildung sich zu einer so abweichenden Keimform gestaltet, lässt sie sich dennoch stets durch Vermittelung einer Reihe von Zwischenformen auf die Amphigastrula zurückführen; und selbst in jenen extremen Fällen, wie sie uns die Cephalopoden, Teleostier und Vögel darbieten, ist diese Reduction durch die neuesten Beobachtungen möglich geworden (Fig. 37, 40, 49, 50, 54, 65, 66, 75, 76). Ebenso lässt sich auch auf der anderen Seite die Perigastrula gleichfalls auf die Archigastrula zurückführen, und die Schwierigkeit, welche gerade diese cenogenetische Gastrula-Form vorzugsweise der Gastraea-Theorie entgegen zu halten schien, existirt gegenwärtig nicht mehr (Vergl. Fig. 87—90).

Demgemäss können wir zunächst eine allgemeine Homologie der Gastrula bei sämmtlichen Metazoen behaupten, und diese Behauptung wird begründet theils durch den gleichen morphologischen Werth, den die beiden primären Keimblätter überall besitzen, theils durch den nunmehr gelieferten Nachweis, dass der ursprüngliche Bildungsmodus der Gastrula überall die Einstülpung oder Invagination der Blastula ist.

Wenn es uns nun so mit Hülfe der vergleichenden Ontogenie gelungen ist, alle die verschiedenen Gastrula-Modificationen, alle die verschiedenen Formen des „zweiblätterigen oder zweischichtigen Keimes" auf die eine gemeinsame Urform der Archigastrula zurückzuführen, so ist uns die einfachste phylogenetische Hypothese gestattet, welche diese bedeutungsvolle ontogenetische Thatsache mechanisch-causal zu deuten vermag. Diese einfachste hier mögliche Hypothese lässt sich in dem monophyletischen Satze zusammenfassen: Alle Metazoen stammen von einer einzigen gemeinsamen Stammform ab, welche im Wesentlichen der Archigastrula gleich gebildet war. Diese uralte, längst ausgestorbene Stammform, die schon während der laurentischen Periode gelebt haben muss und damals wahrscheinlich durch viele verschiedene Genera und Species vertreten war, ist unsere Gastraea. Die ganze hypothetische Gruppe von ausgestorbenen ältesten Metazoen, welche durch die

nächsten Descendenten der Gastraea gebildet wurde, habe ich als Gastraeaden bezeichnet.

Diese ältesten Gastraeaden werden der heutigen Archigastrula im Wesentlichen ganz gleich gebildet und wahrscheinlich nur darin wesentlich verschieden gewesen sein, dass sie bereits sexuelle Differenzirung besassen. Vermuthlich werden sich bei ihnen einzelne Zellen des Entoderms zu Eizellen, einzelne Zellen des Exoderms zu Spermazellen umgebildet haben, wie es auch bei den niedersten Zoophyten (Spongien, Hydroiden) noch heute der Fall ist. Gleich den frei im Meere schwimmenden Formen der Archigastrula werden auch jene Gastraeaden sich mittelst Flimmerhaaren, Geisseln oder Wimpern bewegt haben, welche als Fortsätze der Exodermzellen sich entwickelten.

Ob noch heute echte, frei schwimmende Gastraeaden existiren, ist nicht bekannt, indessen durchaus nicht unwahrscheinlich. Vielleicht sind manche, als Infusorien beschriebene Thierformen nicht echte, einzellige Infusionsthiere, sondern Gastraeaden. Wohl aber existiren noch heute einige festsitzende, höchst einfache Zoophyten, welche ihrer ganzen Organisation nach als Gastraeaden zu beurtheilen sind, die jedoch bisher im System einen ganz anderen Platz besassen. Das eine von diesen noch lebenden Gastraeaden ist das merkwürdige, von Bowerbank beschriebene Haliphysema[1]); eine andere nahe verwandte Form ist die von Carter[2]) unter dem Namen Squamulina scopula zu den Polythalamien (!) gestellte interessante Thierform, die ich Gastrophysema nenne, und deren Ontogenie auf Taf. XXV abgebildet ist. Beide Genera sind gegenwärtig noch durch mehrere Arten vertreten. Ich werde die genaue Beschreibung dieser beiden Gastraeaden der Gegenwart, *Haliphysema* und *Gastrophysema*, demnächst folgen lassen.

Wenn die Archigastrula, wie ich für sicher halte, die getreue palingenetische Wiederholung der Gastraea ist, dann muss auch die letztere ursprünglich eben so aus der Planaea (oder Blastaea) entstanden sein, wie die erstere noch heute aus der Blastula (oder Blastosphaera) entsteht. Die Gastraea muss dann durch Einstülpung (oder Invagination) aus der Planaea hervorgegangen sein. In der That ist auch diese phylogenetische Hypothese eben-

1) Bowerbank, Monograph of the British Spongiadae, Vol. I, p. 179; Pl. XXX, Fig. 359; Vol. II, p. 76.

2) Carter, On two new Species of the Foraminiferous genus Squamulina. Ann. Mag. nat. hist. 1870, Vol. V, p. 309. Pl. IV, Fig. 1–11.

so durch die nachweisbare Invagination der Archiblastula für die morphologische Auffassung sicher zu begründen, wie sie für die physiologische Betrachtung durch Erwägung der bezüglichen Causal-Verhältnisse durchaus wahrscheinlich wird. Denn wenn wir uns fragen, welche phylogenetischen Veränderungen die Entstehung der zweiblätterigen Gastraea aus der einblätterigen Planaea hervorriefen, so ist als die wichtigste *causa efficiens* derselben unzweifelhaft jene älteste Arbeitstheilung der Zellen hervorzuheben, welche die Differenzirung der beiden primären Keimblätter bewirkte, die Arbeitstheilung der Planaea-Zellen (oder „Blastoderm"-Zellen) in locomotive und nutritive Zellen. Die locomotiven Zellen der Planaeaden, welche vorzugsweise deren schwimmende Ortsbewegung besorgten, bildeten die animale Hemisphaere derselben, die zum Exoderm wurde; die nutritiven Zellen hingegen, welche vorzüglich der Nahrungsaufnahme und Assimilation sich hingaben, bildeten die vegetative Hemisphäre, die sich zum Entoderm gestaltete. Nun war es aber für die letzteren offenbar von grossem Vortheil, wenn sie nicht mehr eine convexe Oberfläche (wie bei der Planaea) zur Nahrungsaufnahme und Assimilation bildeten, sondern an deren Stelle eine concave Vertiefung an der Oberfläche der Flimmerkugel herstellten. Hier konnten Nahrungsmittel längere Zeit verweilen und besser assimilirt werden. Diese concave Vertiefung, welche die Invagination der Planaea einleitete, war der erste Anfang zur Bildung des Urdarms. Die Vervollständigung derselben war die einfache Wirkung der natürlichen Züchtung. Denn je tiefer die Einstülpung und je ausgedehnter damit die nutritive Epithelfläche wurde, desto besser war für die Ernährung der sich bildenden Gastraea gesorgt. Mit der vollständigen Einstülpung verschwand das Blastocoelom der Planaea und an dessen Stelle trat die Protogaster der Gastraea.

Gleiche einfache physiologische Reflexionen geben uns Aufschluss über die Causalverhältnisse der historischen Veränderungen, welche überhaupt die älteste Reihe der Metazoen-Ahnen vom Moner bis zur Gastraea durchlief (Anthropogenie XVI. Vortrag). Diese physiologischen Erwägungen über die Phylogenie der ältesten Functionen erläutern zugleich die mechanische Phylogenie der niedersten Thierformen, welche uns in den fünf ersten Keimungsstufen der Metazoen noch heute als ontogenetische Wiederholung jener fünf ältesten Ahnenstufen entgegen treten. Indem wir hier die ganze Mannichfaltigkeit der cenogenetischen Keimformen auf die ursprüngliche palingenetische Keimform zurückführen und diese phylogene-

tisch deuten, gelangen wir zu einem wahren Verständniss vom ältesten Entwickelungsgang des Thierreichs, und dies Verständniss gewinnen wir nur durch die Gastraea-Theorie.

Jena, den 18. August 1875.

Nachschrift.

Ueber die Eifurchung und Gastrulation der Spongien erhalte ich so eben, nachdem vorstehende Arbeit bereits gedruckt ist, eine sehr interessante Mittheilung von Franz Eilhard Schulze, welche in erfreulichster Weise die Uebereinstimmung der Spongien mit den übrigen Metazoen bezüglich der wichtigsten Keimungs-Vorgänge bestätigt [1]). Obwohl Schulze denselben Kalkschwamm (Sycandra raphanus), wie Oskar Schmidt und Metschnikoff untersucht hat, ist er doch zu ganz anderen Resultaten gekommen. Nach vollendeter Eifurchung entsteht eine echte Blastula, zusammengesetzt „aus 48 Zellen, welche zusammen in einschichtiger Lage einen linsenförmigen Hohlkörper formiren. Bei weiter fortschreitender Zellenvermehrung nimmt der Embryo die Gestalt einer Hohlkugel an. Ferner tritt eine Differenzirung ein zwischen acht keilförmigen, den späteren Entodermzellen, und sämmtlichen unregelmässig polyedrischen, helleren, den Ektoderm-Zellen. An der nun zum Verlassen ihrer Entstehungsstätte befähigten Larve ist die Furchungshöhle stark verkleinert, während die Entodermzellen, stark aufgeblüht und mit groben dunkeln Körnchen erfüllt, sich nach aussen vordrängen und etwa die Hälfte der nun eiförmigen Larve ausmachen. Später tritt dann wieder eine Abflachung des halbkugelig vorspringenden Entodermlagers und bald darauf sogar eine Einstülpung desselben gegen die convexe Ektodermkuppe ein, wobei die Furchungshöhle gänzlich schwindet und sich das Entodermzellenblatt unmittelbar an die Innenfläche des Ektodermes anlegt. Durch Ausweitung der so entstandenen doppelblätterigen hohlen Halbkugel und Umgreifen des Ektodermzellenlagers am Oeffnungsrande entsteht eine sackförmige, zweiblätterige Larve mit äusserer flimmernder und innerer nicht flimmernder Zellenlage: eine Gastrula."

1) Franz Eilhard Schulze, Ueber den Bau und die Entwickelung eines Kalkschwammes, Sycandra raphanus (Tageblatt der 48. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Graz 1875. S. 101).

Die Eifurchung und Gastrulation der Sycandra raphanus verläuft nach dieser wichtigen, wörtlich wiedergegebenen Mittheilung also ganz in der typischen Form aller Metazoen, indem zunächst eine echte Blastula und durch deren Einstülpung oder Invagination eine echte Gastrula (und zwar eine Amphigastrula) entsteht. An der Genauigkeit dieser werthvollen und detaillirten Angaben zu zweifeln, liegt bei der bekannten Beobachtungs-Schärfe und histologischen Erfahrung von Franz Eilhard Schulze kein Grund vor. Daraus ergiebt sich aber bezüglich der früheren, damit nicht übereinstimmenden Angaben über die Spongien-Gastrula (welche oben, S. 455, 456 erwähnt wurden) in Kürze Folgendes: 1) Die Angaben von Metschnikoff sind (gleich so vielen anderen Behauptungen dieses oberflächlichen Beobachters) bezüglich der angeblichen Beobachtungen sowohl als der daraus gezogenen Schlüsse ganz falsch; sogar Exoderm und Entoderm sind darin verwechselt! 2) Die Mittheilungen von Oskar Schmidt sind, was die Beobachtungen betrifft, grösstentheils richtig, aber unvollständig; bezüglich der Deutungen grösstentheils unrichtig. 3) Meine eigenen Angaben über die Ontogenie der Kalkschwämme sind insofern unvollständig und unrichtig, als ich die Blastula und deren Invagination nicht erkannt, und statt deren zwischen Morula und Gastrula die Bildung einer Planula und Planogastrula angenommen hatte (Monographie der Kalkschwämme, Band I, S. 333). Dagegen sind sie richtig und werden vollkommen durch F. E. Schulze bestätigt in dem wichtigsten Punkte, darin nämlich, dass auch die Keimung der Schwämme mit der Bildung einer echten Gastrula und der beiden primären Keimblätter verläuft.

Dass diese Gastrula der Spongien durch Invagination einer echten Blastula entsteht, und nicht durch Delamination (wie ich irrig angenommen hatte) ist mir natürlich nur höchst erwünscht, weil dadurch die wesentliche Uebereinstimmung der Spongien mit den übrigen Metazoen hergestellt wird. Höchst wahrscheinlich wird auch in den wenigen anderen Fällen, in denen die Gastrula durch Blätterspaltung des Blastoderms entstehen sollte, sich schliesslich die Einstülpung der Blastula als ursprünglicher Entstehungs-Modus herausstellen.

Von welcher hohen principiellen Bedeutung die Beobachtungen von Franz Eilhard Schulze für die ganze Naturgeschichte der Spongien sind, brauche ich schliesslich wohl kaum besonders hervorzuheben. Ich hatte bei Ausarbeitung meiner Monographie der Kalkschwämme in erster Linie mich bestrebt zu zeigen, dass diese

Thiere, und die Spongien überhaupt, keine Protozoen, sondern Metazoen sind; dass ihre beiden Gewebsschichten den beiden primären Keimblättern der übrigen Metazoen homolog sind, und dass die Spongien durch die Bildung ihres Gastrocanal-Systems sich als echte Zoophyten (oder Coelenteraten) ausweisen. Oskar Schmidt hatte dagegen in seinem oben citirten Aufsatze: „Zur Orientirung über die Entwickelung der Spongien“ sich zu zeigen bemüht, dass jene Auffassung falsch sei und dass somit auch alle die wichtigen, daran geknüpften allgemeinen Schlussfolgerungen hinfällig seien[1]). Die Mittheilungen von F. E. Schulze bestätigen nicht allein die Richtigkeit meiner Auffassung; sondern sie verstärken sie zugleich bedeutend dadurch, dass sie die typische Bildung der Gastrula durch Einstülpung der Blastula auch bei den niedersten Metazoen nachweisen, bei den Spongien.

Jena, den 4. October 1875.

1) Oskar Schmidt (l. c. p. 130) sagt: „Ich habe diese Beobachtungen über den Bau der Flimmerlarven von Sycandra raphanus und glabra mit peinlicher Sorgfalt wiederholt. Ich kann nur behaupten, dass unsere beiden Arten keine Gastrulae bilden, und dass damit leider die vermeintliche durchgreifende Wichtigkeit der Gastrula für die Kalkspongien mit allen den so schönen theoretischen Folgerungen nicht mehr existirt.“ Die Figuren 1, 2, 3 und 4, 5, 6, welche O. Schmidt (l. c.) auf Taf. VIII und IX mittheilt, sind wohl als Amphiblastula zu deuten. Die folgende Einstülpung derselben hat er offenbar nicht beobachtet, und ebenso nicht die daraus hervorgehende Amphigastrula.

Erklärung der Tafeln.

Taf. XIX.

Eifurchung und Gastrula verschiedener Wirbellosen (Copien).

[In allen Figuren ist das Entoderm durch rothe, das Exoderm durch blaue Farbe bezeichnet. Der Nahrungsdotter ist meistens roth schraffirt. *s* Furchungshöhle (Blastocoeloma). *a* Urdarmhöhle (Protogaster). *o* Urmund (Protostoma).]

Fig. 17. Archigastrula eines Kalkschwammes (Asculmis armata). Copie nach Haeckel, Monographie der Kalkschwämme, Taf. 13, Fig. 6.

Fig. 18. Amphigastrula eines Kalkschwammes (Sycyssa Huxleyi). Copie nach Haeckel, Monographie der Kalkschwämme, Taf. 44, Fig. 15.

Fig. 19. Amphiblastula eines Kalkschwammes (Sycandra raphanus). Copie nach Oskar Schmidt (Zeitschr. für wissensch. Zool. Vol. XXV, Suppl. Taf. IX, Fig. 5). Die Furchungshöhle ist in dieser Figur fälschlich mit *a* (statt mit *s*) bezeichnet. *o* muss wegfallen.

Fig. 20. Archiblastula einer Koralle (Actinia). Copie nach Kowalevsky (Russische Abhandlung über die Ontogenie der Coelenteraten. 1873. Taf. IV, Fig. 1).

Fig. 21. Archigastrula derselben Koralle (Ibid. Taf. IV, Fig. 2).

Fig. 22. Archigastrula einer Meduse (Pelagia). Copie nach Kowalevsky (Ibid. Taf. III, Fig. 2).

Fig. 23. Archigastrula eines Wurms (Sagitta). Copie nach Kowalevsky (Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden, Petersburg 1871, Taf. I, Fig. 2).

Fig. 24. Amphiblastula eines Wurms (Euaxes). Copie nach Kowalevski (Ibid. Taf. IV, Fig. 27).

Fig. 25. Archigastrula eines Brachiopoden (Argiope). Copie nach Kowalevsky (Russische Abhandlung über die Ontogenie der Brachiopoden. Moskau 1874. Taf. I, Fig. 3).

Fig. 26. Amphiblastula einer Muschel (Unio). Copie nach einer noch nicht publicirten Abhandlung von Carl Rabl über die Ontogenie der Muscheln.

Fig. 27. Amphiblastula derselben Muschel in einem folgenden Stadium. Copie nach Carl Rabl (Ibid.).

Fig. 28. Amphigastrula derselben Muschel. Copie nach Carl Rabl (Ibid.). Links ist eine grosse Mesoderm-Zelle sichtbar.

Fig. 29. Archiblastula einer Schnecke (Limnaeus). Copie nach Carl Rabl (die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten. Jenaische Zeitschrift für Naturw. 1875. Vol. IX, Taf. VII, Fig. 9).

Fig. 30. Archiblastula invaginata derselben Schnecke. Copie nach Carl Rabl (Ibid. Taf. VII, Fig. 10.

Fig. 31. Archigastrula derselben Schnecke. Copie nach CARL RABL (Ibid. Taf. VII, Fig. 11).

Fig. 32. Amphigastrula einer Schnecke (Purpura). Copie nach SELENKA (Keimblätter bei Purpura. Niederl. Arch. f. Zool. 1871. Heft II, Taf. XVII).

Fig. 33. Archigastrula eines Seesterns (Asteracanthion). Copie nach ALEX. AGASSIZ (Embryology of the Starfish. 1864. Taf. I, Fig. 27).

Fig. 34. Amphimorula eines Rhizocephalen (Sacculina). Copie nach ED. VAN BENEDEN (Recherches sur l'Embryogenie des Crustacées, 1870. Pl. I, Fig. 21).

Fig. 35. Discomorula einer Assel (Oniscus). Copie nach BOBRETZKY (Zur Embryologie des Oniscus murarius. Zeitschr. für wissensch. Zool. Vol. XXIV, Taf. XXI, Fig. 3).

Fig. 36. Discoblastula desselben Oniscus. Copie nach BOBRETZKY (Ibid. Fig. 5).

Fig. 37. Discogastrula desselben Oniscus. Copie nach BOBRETZKY (Ibid. Fig. 7).

Fig. 38. Discogastrula eines Wasserkäfers (Hydrophilus). Copie nach KOWALEVSKY (Embryolog. Studien an Würmern und Arthropoden. Petersburg 1871, Taf. IX, Fig. 23).

Fig. 39. Archigastrula (?) eines Pteromalinen (Platygaster). Copie nach GANIN (Entwickel. der Insecten. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1869. Bd. XIX Taf. XXX).

Fig. 40. Discogastrula des Scorpions. Copie nach METSCHNIKOFF (Embryologie des Scorpions. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1871, Taf. XIV, Fig. 9).

Taf. XX.

Eifurchung und Gastrula verschiedener Wirbelthiere (Copien).

[In allen Figuren ist das Entoderm durch rothe, das Exoderm durch blaue Farbe bezeichnet. Der Nahrungsdotter ist meistens roth schraffirt. *s* Furchungshöhle (Blastocoeloma). *a* Urdarmhöhle (Protogaster). *o* Urmund (Protostoma).]

Fig. 41. Archiblastula des Amphioxus. Copie nach KOWALEVSKY (Entwickelungsgeschichte des Amphioxus. Mem. Petersb. Akad. 1867. Vol. XI, Tab. I, Fig. 9).

Fig. 42. Archiblastula invaginata des Amphioxus. Copie nach KOWALEVSKY (Ibid. Fig. 13).

Fig. 43. Archigastrula des Amphioxus im ersten Anfang. Copie nach KOWALEVSKY (Ibid. Fig. 14).

Fig. 44. Archigastrula des Amphioxus, vollständig ausgebildet. Copie nach KOWALEVSKY (Ibid. Fig. 16).

Fig. 45. Amphimorula des Petromyzon. Copie nach MAX SCHULTZE (Entwickelungsgeschichte von Petromyzon. Haarlem 1856. Tab. IV, Fig. 1).

Fig. 46. Amphiblastula des Petromyzon. Copie nach M. SCHULTZE (ibid. Taf. IV, Fig. 2).

Fig. 47. Amphigastrula des Petromyzon, in erster Anlage. Copie nach M. SCHULTZE (ibid. Taf. IV, Fig. 5).

Fig. 48. Amphigastrula des Petromyzon, vollständig entwickelt. Copie nach M. SCHULTZE (ibid. Taf. IV, Fig. 7).

Fig. 49. **Discogastrula** eines Haifisches (Mustelus). Copie nach BALFOUR (Development of the Elasmobranch Fishes. Quarterly Journ. of microsc. Sc. 1874. Vol. XIV, Pl. XIII, Fig. 1).

Fig. 50. **Discogastrula** eines Knochenfisches (Esox). Copie nach LEREBOULLET (Recherches d'Embryologie comparée sur le Developpement du Brochet etc. 1853. Pl. I, Fig. 27.

Fig. 51. **Amphimorula** des Bombinator. Copie nach GOETTE (Entwickelungsgeschichte der Unke, 1875. Taf. II, Fig. 27).

Fig. 52. **Amphiblastula** des Bombinator. Copie nach GOETTE (ibid. Taf. II, Fig. 28).

Fig. 53. **Amphigastrula** des Bombinator. Copie nach GOETTE (ibid. Taf. II, Fig. 33).

Fig. 54. **Discogastrula** des Hühnchens. Copie nach GOETTE (Die Bildung der Keimblätter im Hühnerei. Archiv für mikrosk. Anat. Vol. X, 1874, Taf. X, Fig. 4).

Taf. XXI.

Discoidale Furchung und Discogastrula eines pelagischen Knochenfisches (Gadoiden, Motella?).

[Innerhalb der structurlosen Eihülle (*c*) ist ausser den (am animalen Pol befindlichen) Furchungszellen und dem daraus entstehenden Fischkeime nur der Nahrungsdotter zu sehen, bestehend aus einer wasserhellen structurlosen Eiweisskugel und einer kleineren (am vegetativen Pol befindlichen) stark lichtbrechenden Oelkugel. Der homogene Nahrungsdotter, der keinerlei geformte Bestandtheile enthält, ist mit gelber Farbe gedruckt. *e* Exoderm. *i* Entoderm. *w* Keimwulst (Randwulst oder Properistom). *c* Chorion. *k* Embryo. *s* Furchungshöhle. Alle Figuren dieser Tafel sind 60 Mal vergrössert.]

Fig. 55. **Zweite Furchungsstufe**: Ei mit vier Furchungszellen.

Fig. 56. Dasselbe Ei (Obere Hälfte) im Meridianschnitt.

Fig. 57. **Vierte Furchungsstufe**: Ei mit 16 Furchungszellen.

Fig. 58. Dasselbe Ei (Obere Hälfte) im Meridianschnitt.

Fig. 59. **Discomorula**. Ei nach vollendeter Furchung. Die gleichartigen Furchungskugeln bilden eine kreisrunde Keimscheibe (Discoblastus), eine biconvexe Linse, welche in eine kleine Vertiefung am animalen Pol des Nahrungsdotters eingesenkt ist.

Fig. 60. Dieselbe **Discomorula** im Meridianschnitt.

Fig. 61. **Discoblastula**. Die Keimscheibe hat sich peripherisch ausgedehnt, in der Mitte bedeutend verdünnt, am Rande rings umgekehrt verdickt (*w* Keimwulst oder Randwulst). Zwischen der abgehobenen Mitte und dem Nahrungsdotter hat sich die Keimhöhle (*s*) gebildet.

Fig. 62. Dieselbe **Discoblastula** im Meridianschnitt.

Fig. 63. **Discoblastula invaginata**. Uebergang der Discoblastula in die Discogastrula durch Einstülpung der ersteren. Der untere Theil des verdickten Randwulstes schlägt sich nach innen um und wächst centripetal gegen die Mitte der Keimscheibe in die Keimhöhle hinein. Letztere wird enger.

Fig. 64. Dieselbe Discoblastula invaginata im Meridianschnitt.

Fig. 65. Discogastrula. Die Einstülpung der Discoblastula ist vollständig geworden, indem die vom Randwulste in die Keimhöhle hereingewachsene Zellenschicht („secundäre Keimschicht") das Centrum der letzteren erreicht hat und nunmehr als zusammenhängendes „Entoderm" den Boden der Keimhöhle bedeckt. Letztere verschwindet, indem das Entoderm sich an das Exoderm (die „primäre Keimschicht", welche die Decke der Furchungshöhle bildet) eng anlegt. Die Keimscheibe bedeckt als Gastrula wie eine Kappe den animalen Pol des Nahrungsdotters.

Fig. 66. Dieselbe Discogastrula im Meridianschnitt.

Fig. 67. Discogastrula mit der ersten Anlage des Axoblast. An einer Seite des verdickten Gastrula-Mundrandes (des „Properistoms") erscheint die erste Anlage der Axenplatte und des „Primitivstreifs" (Ansicht von der Rückenseite. Der optische Meridianschnitt geht durch die Lateral-Ebene (von rechts nach links).

Fig. 68. Dieselbe Discogastrula, um 90° gedreht, im optischen Längsschnitt (Meridianschnitt durch die Median-Ebene).

Fig. 69. Fischkeim, weiter entwickelt, mit deutlicher Trennung von Kopf und Rumpf, und Anlage der Augenblasen. Die Keimscheibe (Discogastrula) hat bereits ungefähr $^3/_4$ der Peripherie des kugeligen Nahrungsdotters umwachsen, so dass kaum $^1/_4$ des letzteren am vegetativen Pole aus dem Gastrula-Munde frei vorragt. Ansicht von der Rückenseite.

Fig. 70. Derselbe Fischkeim, um 90° gedreht, im Sagittalschnitt, von der linken Seite gesehen.

Fig. 71. Fischkeim, noch weiter entwickelt. Der aborale Körpertheil ist beträchtlich verlängert. Beiderseits der Chorda markiren sich die Metameren (Urwirbel-Segmente). Die Keimscheibe (Discogastrula) hat den Nahrungsdotter fast ganz umwachsen, so dass nur noch ein kleines Segment des letzteren am vegetativen Pole frei aus dem Gastrula-Munde vorragt.

Fig. 72. Derselbe Fischkeim, um 90° gedreht, im Sagittalschnitt von der linken Seite gesehen.

Taf. XXII.

Discogastrula desselben pelagischen Knochenfisches (Gadoiden, Motella?).

Fig. 73. Discomorula im Meridianschnitt. Stärkere Vergrösserung (200) des animalen Segments von Fig. 60.

Fig. 74. Discoblastula im Meridianschnitt. Stärkere Vergrösserung (200) des animalen Segments von Fig. 62 (linke Hälfte) und Fig. 64 (rechte Hälfte). Rechts beginnt die Einstülpung der Blastula, indem die grossen Zellen des Randwulstes oder Properistoms (*w*) centripetal gegen die Mitte der Keimhöhle (*s*) hineinwachsen (*i*).

Fig. 75. Discogastrula im Meridianschnitt. Stärkere Vergrösserung des animalen Segments von Fig. 66.

Fig. 76. Discogastrula, vom lebenden Fisch-Ei, nach kurzer Einwirkung einiger Tropfen höchst verdünnter Osmiumsäure. Stärkere Vergrösserung (200) von Fig. 65.

Fig. 77. Zehn Exoderm-Zellen derselben Discogastrula, in Chromsäure. Vergr. 600.
Fig. 78. Acht Entoderm-Zellen derselben Discogastrula, in Chromsäure. Vergr. 600.
Fig. 79. Drei Mesoderm-Zellen; amoeboide, mit dunkeln Pigmentkörnern versehene Wanderzellen des Darmfaserblattes, welche in dem Winkel des Umschlagsrandes zwischen Exoderm und Entoderm aus letzterem entstehen und nach verschiedenen Orten binwandern. Vergr. 600.
Fig. 80. Der junge Knochenfisch (Gadoide, Motella?), welcher so eben die Eihüllen verlassen hat, von der linken Seite gesehen. *h* Hirn. *u* Auge. *g* Gehörbläschen. *z* Herz. *a* Darm. *d* Eiweisskugel des Nahrungsdotters. *f* Fettkugel des Nahrungsdotters. *y* After. *x* Chorda. *m* Seitenrumpfmuskeln.

Taf. XXIII.

Superficiale Furchung und Perigastrula eines Crustaceen (Peneus).

Fig. 81. Zweite Furchungsstufe: Ei mit vier Furchungszellen, von der Oberfläche gesehen. Durch zwei auf einander senkrechte Ringfurchen, eine aequatoriale und eine meridiane, werden im peripherischen Theil des Eies vier Zellen geschieden, während der centrale Nahrungsdotter ungetheilt bleibt.
Fig. 82. Dasselbe Ei im Meridianschnitt.
Fig. 83. Fünfte Furchungsstufe: Ei mit 32 Furchungszellen, von der Oberfläche gesehen.
Fig. 84. Dasselbe Ei im Meridianschnitt.
Fig. 85. Perimorula (und zugleich Periblastula), von der Oberfläche gesehen. Nach vollendeter Furchung bilden die sämmtlichen Furchungszellen an der Oberfläche des Eies eine einzige zusammenhängende Schicht von gleichartigen Zellen (Blastoderma), welche den inneren ungefurchten Nahrungsdotter umschliesst.
Fig. 86. Dieselbe Perimorula im Meridianschnitt.
Fig. 87. Perigastrula, von der Oberfläche gesehen; in der Mitte ist der Urmund (*o*) sichtbar, welcher in die Einstülpung des Urdarms führt.
Fig. 88. Dieselbe Perigastrula im Medianschnitt. *a* Urdarm. *o* Urmund. *e* Exoderm. *i* Entoderm. *m* Mesoderm.
Fig. 89. Nauplius-Stadium, von der Bauchfläche gesehen. *l* Oberlippe. I, II, III die Anlagen der drei Beinpaare.
Fig. 90. Das selbe Nauplius-Stadium, im Sagittalschnitt (von der linken Seite gesehen). *a* Urdarm. *o* Urmund *m* Mesoderm-Zellen. *l* Oberlippe. *p* Einstülpung des Schlundes und Kaumagens. *e* Exoderm. *i* Entoderm.

Taf. XXIV.

Inaequale Furchung und Amphigastrula.

Fig. 91—102. Inaequale Furchung und Amphigastrula eines chaetopoden Anneliden (Fabricia).
Fig. 91. Amphimonerula. Nach der Befruchtung ist das Keimbläschen verschwunden und aus der Copulation von Spermazelle und Eizelle eine Cytode entstanden.

Fig. 92. Amphicytula, die erste Furchungskugel.

Fig. 93. Erste Furchungsstufe: Die Amphicytula ist in zwei Zellen getheilt, eine obere, kleinere und hellere animale Zelle (Mutterzelle des Exoderms) und eine untere, grössere und dunklere vegetative Zelle (Mutterzelle des Entoderms).

Fig. 94. Zweite Furchungsstufe: Die obere animale Zelle ist in zwei Zellen zerfallen; die untere vegetative Zelle ist ungetheilt.

Fig. 95. Dritte Furchungsstufe: Die obere animale Zelle ist durch zwei Meridianfurchen in vier Zellen zerfallen. Die untere vegetative Zelle ist ungetheilt.

Fig. 96. Spätere Furchungsstufe: Die obere animale Zelle ist in zahlreiche kleine helle Zellen, die untere vegetative Zelle ist in drei grosse dunkle Zellen (eine untere grössere und zwei obere kleinere) zerfallen.

Fig. 97. Amphimorula. Nach beendigtem inaequalen Furchungsprocesse findet sich oben am animalen Pole eine hemisphärische Masse von zahlreichen kleinen hellen Zellen (Exoderm), unten am vegetativen Pole eine dunkle Masse von wenigen (sechs?) grossen dunkeln Zellen (Entoderm).

Fig. 98. Amphiblastula im Meridianschnitt. Im Innern hat sich durch Flüssigkeits-Ansammlung eine Furchungshöhle (*s*) gebildet; in der oberen (animalen) Hälfte überwölbt von einer hemisphärischen Schicht kleiner heller Exoderm-Zellen, in der unteren (vegetativen) Hälfte geschlossen von wenigen grossen dunkeln Entoderm-Zellen.

Fig. 99. Amphiblastula in Einstülpung, resp. Umwachsung (invaginata-circumcreta). Die grossen dunkeln Entoderm-Zellen werden in die Furchungshöhle eingestülpt und eo ipso von der äusseren Schicht der kleinen hellen Exoderm-Zellen umwachsen. Optischer Meridianschnitt.

Fig. 100. Amphigastrula im optischen Meridianschnitt. Die Einstülpung (Entobole) oder Umwachsung (Epibole) der Amphiblastula ist vollendet, die Furchungshöhle verschwunden und die Urdarmhöhle (*a*) gebildet. *o* Urmund.

Fig. 101. Dieselbe Amphigastrula von der Fläche gesehen.

Fig. 102. Junge Wurmlarve mit einem Wimperreifen.

Fig. 103—110. Inaequale Furchung und Amphigastrula einer Schnecke (Trochus?).

Fig. 103. Zweite Furchungsstufe: Ei mit vier Furchungszellen.

Fig. 104. Dritte Furchungstufe: Ei mit 8 Furchungszellen (4 kleinen hellen animalen und 4 grossen dunklen vegetativen Zellen).

Fig. 105. Dasselbe Ei, im Profil.

Fig. 106. Vierte Furchungsstufe: Ei mit 12 Furchungszellen (8 kleinen hellen animalen und 4 grossen dunklen vegetativen Zellen).

Fig. 107. Dasselbe Ei, im Profil.

Fig. 108. Amphimorula im Meridianschnitt. Nach beendigter Furchung wird die obere animale Hemisphäre des Eies von 16 kleinen hellen, die untere vegetative Hemisphäre dagegen von 8 grossen dunkeln Zellen gebildet (4 obere grössere und 4 untere kleinere).

Fig. 109. Amphiblastula, im Meridianschnitt. Die Decke der Furchungshöhle wird von 32 kleinen hellen, ihr Boden von 8 grossen dunkeln Zellen gebildet (4 obere kleine und 4 untere grössere).

Fig. 110. Amphigastrula, im Meridianschnitt. *a* Urdarm. *o* Urmund. Das Exoderm (*e*) hat das Entoderm (*i*) völlig umwachsen. Die meisten Zellen des letztern bilden die Darmwand. Einige grosse Zellen desselben sind als Nahrungsdotter übrig geblieben (*d*).

Taf. XXV.

Primordiale Furchung und Archigastrula von Gastrophysema.

Fig. 111. Archimonerula. Nach erfolgter Befruchtung ist das Keimbläschen verschwunden und aus der Copulation von Eizelle und Spermazelle eine Cytode entstanden.

Fig. 112. Archicytula. Die erste Furchungszelle.

Fig. 113. Erste Furchungsstufe: Die Cytula ist in zwei gleiche Furchungszellen zerfallen.

Fig. 114. Zweite Furchungsstufe: Aus der Cytula sind vier Furchungszellen entstanden.

Fig. 115. Archimorula (Maulbeerkeim).

Fig. 116. Archiblastula (die ursprüngliche Form der Blastosphära, Keimhautblase oder „Vesicula blastodermica“) von der Fläche gesehen.

Fig. 117. Dieselbe Archiblastula im optischen Meridianschnitt.

Fig. 118. Archiblastula invaginata. Dieselbe Keimhautblase in der Einstülpung begriffen.

Fig. 119. Archigastrula, von der Fläche gesehen.

Fig. 120. Dieselbe Archigastrula, im optischen Meridianschnitt; dies ist die ursprüngliche, palingenetische Form der Gastrula.

Druck der Fr. Mauke'schen Officin in Jena.